

# PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF THE RECORDING OF A CHANGE

(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

Date of mailing (day/month/year) 30 September 1999 (30.09.99)
Applicant's or agent's file reference 99-549
International application No. PCT/JP99/04248

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

RECEIVED  
HAYASHI, Keinosuke  
1493, Sendabori  
Matsudo-shi, SEIKO Instruments Inc.  
Chiba 270-2252  
JAPON

99.10.12

PATENT Dept.

### IMPORTANT NOTIFICATION

International filing date (day/month/year)  
04 August 1999 (04.08.99)

1. The following indications appeared on record concerning: <input type="checkbox"/> the applicant <input type="checkbox"/> the inventor <input checked="" type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative				
Name and Address  HAYASHI, Keinosuke SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi Chiba 261- 8507 Japan	State of Nationality		State of Residence	
	Telephone No. 043-211-1150			
	Facsimile No. 043-211-8020			
	Teleprinter No.			
	2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning: <input type="checkbox"/> the person <input type="checkbox"/> the name <input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence			
Name and Address  HAYASHI, Keinosuke 1493, Sendabori Matsudo-shi Chiba 270-2252 Japan	State of Nationality		State of Residence	
	Telephone No.			
	Facsimile No.			
	Teleprinter No.			
	3. Further observations, if necessary:			
4. A copy of this notification has been sent to:				
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office <input checked="" type="checkbox"/> the International Searching Authority <input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority		<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned <input type="checkbox"/> the elected Offices concerned <input type="checkbox"/> other:		

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer M. Sakai Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

## PATENT COOPERATION TREATY

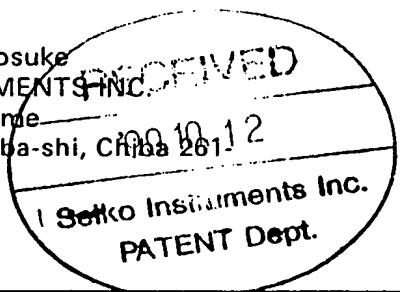
PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF  
RECORD COPY  
(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HAYASHI, Keinosuke  
SEIKO INSTRUMENTS INC.  
8, Nakase 1-chome  
Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261  
8507  
JAPON



Date of mailing (day/month/year) 02 September 1999 (02.09.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 99-549	International application No. PCT/JP99/04248

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

平成11年8月20日  
受取確認書

SEIKO INSTRUMENTS INC. (for all designated States except US)  
MITSUOKA, Yasuyuki et al (for US)

2/5

International filing date : 04 August 1999 (04.08.99)

or

Priority date(s) claimed : 05 August 1998 (05.08.98)

各國移行手続

Date of receipt of the record copy by the International Bureau : 20 August 1999 (20.08.99)

3/5

List of designated Offices :

EP :AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE  
National :JP,US

## ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- time limits for entry into the national phase
- confirmation of precautionary designations
- requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer: M. Sakai
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

# PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

## NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

Date of mailing (day/month/year)
05 October 1999 (05.10.99)

To:

HAYASHI, Keinosuke  
1493, Sendabori  
Matsudo-shi  
Chiba 270-2252  
JAPON

RECEIVED

'99.10.19

1 Seiko Instruments Inc.  
PATENT Dept.

Applicant's or agent's file reference 99-549	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>	
International application No. PCT/JP99/04248	International filing date (day/month/year) 04 August 1999 (04.08.99)	
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 05 August 1998 (05.08.98)	
Applicant SEIKO INSTRUMENTS INC. et al		

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
05 Augu 1998 (05.08.98)	10/221933	JP	27 Sept 1999 (27.09.99)

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombelettes  
1211 Geneva 20, Switzerland  
Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Marc Salzman  
Telephone No. (41-22) 338.83.38

# PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

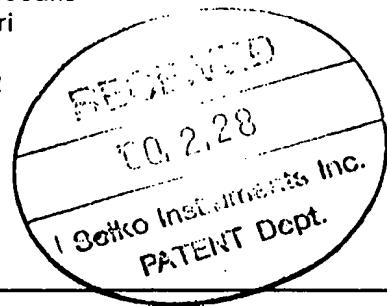
## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

Date of mailing (day/month/year)

17 February 2000 (17.02.00)

To:  
HAYASHI, Keinosuke  
1493, Sendabori  
Matsudo-shi  
Chiba 270-2252  
JAPON



Applicant's or agent's file reference

99-549

## IMPORTANT NOTICE

International application No.

PCT/JP99/04248

International filing date (day/month/year)

04 August 1999 (04.08.99)

Priority date (day/month/year)

05 August 1998 (05.08.98)

Applicant

SEIKO INSTRUMENTS INC. et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

EP,JP,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 17 February 2000 (17.02.00) under No. WO 00/08639

## REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

## REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.83.38

# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF COPIES OF TRANSLATION OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Rule 72.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HAYASHI, Keinosuke  
1493, Sendabori  
Matsudo-shi  
Chiba 270-2252  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 26 October 2000 (26.10.00)	
Applicant's or agent's file reference 99-549	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
International application No. PCT/JP99/04248	International filing date (day/month/year) 04 August 1999 (04.08.99)
Applicant SEIKO INSTRUMENTS INC. et al	

#### 1. Transmittal of the translation to the applicant.

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

#### 2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

EP,US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

JP

#### 3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

**It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.**

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Elliott Peretti

Telephone No. (41-22) 338.83.38

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	この特許協力条約に基づく国際出願願書(様式 - PCT/RO/101)は、右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.83 (updated 01.03.1999)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	99-549
I	発明の名称	情報記録媒体および情報再生装置および情報記録再生装置
II	出願人 この欄に記載した者は 右の指定国についての出願人である。 名称 Name あて名： Address:	出願人である (applicant only) 米国を除くすべての指定国 (all designated States except US) セイコーインスツルメンツ株式会社 SEIKO INSTRUMENTS INC. 261-8507 日本国 千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地 8, Nakase 1-chome Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	043-211-1150
II-9	ファクシミリ番号	043-211-8020

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	光岡 靖幸
III-1-4ja	氏名 (姓名)	MITSUOKA, Yasuyuki
III-1-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-1-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-1-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-2-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	千葉 徳男
III-2-4ja	氏名 (姓名)	CHIBA, Norio
III-2-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-2-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-2-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-2-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-2-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-3	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-3-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	笠間 宣行
III-3-4ja	氏名 (姓名)	KASAMA, Nobuyuki
III-3-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-3-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-3-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-3-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-3-7	住所 (国名)	日本国 JP

III-4	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-4-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	大海 学
III-4-4ja	氏名(姓名)	OUMI, Manabu
III-4-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-4-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-4-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-4-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-4-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-5	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-5-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-5-2	右の指定国についての出願人である。	新輪 隆
III-5-4ja	氏名(姓名)	NIWA, Takashi
III-5-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-5-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-5-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-5-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-5-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-6	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-6-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-6-2	右の指定国についての出願人である。	加藤 健二
III-6-4ja	氏名(姓名)	KATO, Kenji
III-6-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-6-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-6-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihamachi, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-6-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-6-7	住所 (国名)	日本国 JP

III-7	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-7-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-7-2	右の指定国についての出願人である。	前田 英孝
III-7-4ja	氏名(姓名)	MAEDA, Hidetaka
III-7-4en	Name (LAST, First)	261-8507 日本国
III-7-5ja	あて名:	千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
III-7-5en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
III-7-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-7-7	住所(国名)	日本国 JP
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	林 敬之助
IV-1-1en	Name (LAST, First)	HAYASHI, Keinosuke
IV-1-2ja	あて名:	261-8507 日本国 千葉県 千葉市美浜区 中瀬1丁目8番地
IV-1-2en	Address:	セイコーインスツルメンツ株式会社内 c/o SEIKO INSTRUMENTS INC. 8, Nakase 1-chome Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba 261-8507 Japan
IV-1-3	電話番号	043-211-1150
IV-1-4	ファクシミリ番号	043-211-8020
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	JP US
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。	



P.B. 5818 - Patentlaan 2  
2280 HV Rijswijk (ZH)  
P. (070) 340 2040  
Tx 31651 epo nl  
FAX (070) 340 3016

Europäisches  
Patentamt  
Zweigstelle in  
Den Haag  
Recherchen-  
abteilung

European  
Patent Office  
Branch at  
The Hague  
Search  
Division

Office européen  
des brevets  
Département à  
La Haye  
Division de la  
recherche

Sturt, Clifford Mark  
Miller Sturt Kenyon  
9 John Street  
London WC1N 2ES  
GRANDE BRETAGNE

Datum/Date

10.05.02

Zeichen/Ref./Réf. <b>EPP13699A</b>	Anmeldung Nr./Application No./Demande n°//Patent Nr./Patent No./Brevet n° <b>99936991.1-2210/JP9904248</b>
Anmelder/Applicant/Demandeur//Patentinhaber/Proprietor/Titulaire <b>Seiko Instruments Inc.</b>	

## COMMUNICATION

The European Patent Office herewith transmits the partial European search report under Rule 46(1) EPC relating to the above-mentioned European patent application.

Copies of the documents cited in the search report are enclosed.

The applicant's attention is drawn to the following:

The search Division informs the applicant that if the European search report is also to cover inventions other than the invention first mentioned in the claims, a further search fee must be paid for each of these inventions, within ONE MONTH after notification of this communication.

If the application has been filed up to 30 June 1999, the search fee in force before 01 July 1999 (EUR 869,-) or the equivalent applicable on the date of payment is payable.  
This applies also to the search fees requested under Rule 46(1) EPC.  
See also OJ EPO 06/1999, 405.

- The abstract was modified by the Search Division and the definitive text is attached to the present communication.
- Additional set(s) of copies of the documents cited in the European search report is (are) enclosed as well.



Note to users of the automatic debiting procedure:

Unless the EPO receives prior instructions to the contrary, the search fee(s) will be debited on the last day of the period for payment. For further details see the Arrangements for the automatic debiting procedure, Supplement to OJ EPO 02/1999.

REGISTERED LETTER



European Patent  
Office

**SUPPLEMENTARY  
PARTIAL EUROPEAN SEARCH REPORT**  
under Rule 46, paragraph 1 of the European Patent Convention

Application Number  
EP 99 93 6991

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 088 (P-1174), 4 March 1991 (1991-03-04) & JP 02 304737 A (NEC CORP), 18 December 1990 (1990-12-18) * abstract *	1,4-6, 8-11	G11B7/007 G11B7/09
X		5,6,14, 15	
Y	* figure *	13,16	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 April 1997 (1997-04-30) & JP 08 321084 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 3 December 1996 (1996-12-03) * abstract *	1	
Y	* figure *	16	
Y	US 5 646 932 A (KURIBAYASHI HIROKI ET AL) 8 July 1997 (1997-07-08) * column 6, line 56 - column 7, line 44; figure 5 *	13	
		13	
TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7)			
G11B			
LACK OF UNITY OF INVENTION			
<p>The Search Division considers that the present European patent application does not comply with the requirements of unity of invention and relates to several inventions or groups of inventions, namely:</p>			
<p>see sheet B</p>			
<p>The present partial European search report has been drawn up for those parts of the European patent application which relate to the invention first mentioned in the claims.</p>			
1	Place of search MUNICH	Date of completion of the search 22 April 2002	Examiner Poth, H
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
<p>X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document</p>			
<p>T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons &amp; : member of the same patent family, corresponding document</p>			
EPO FORM 1593 03/82 (P04C23)			



The Search Division considers that the present European patent application does not comply with the requirements of unity of invention and relates to several inventions or groups of inventions, namely:

1. Claims: 1-6, 8-11, 13-16

Asymmetrical groove

2. Claim : 7

Alternating servo data

3. Claim : 12

Asymmetrical aperture

---

1. Claim 1 stipulates as a special feature essentially a groove or data having in the radial direction an asymmetrical cross section (catchword I "asymmetrical groove").

The object of this is to obtain a correspondingly asymmetrical reflection of evanescent light being irradiated on the groove (cf. p.36 2nd par. ff. and figures 6 and 7).

This concept is also reflected in the independent claims 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 and 16.

2. Independent claim 7 however does not stipulate this or a corresponding feature, but stipulates as a special feature servo data alternating to the left and right with respect to a center axis of the read-out track (catchword II "alternating servo data").

The object of this is to obtain a correspondingly alternating reflection of evanescent light being irradiated on the servo data (cf. e.g. p.28 1.6 ff. of the description of the present application).

3. Independent claim 12, on the other hand, stipulates a microscopic aperture producing evanescent light which aperture is asymmetrical in the radial direction (catchword "asymmetrical aperture"); this does not rely on asymmetrical grooves or servo data, but produces a tracking signal from symmetrical grooves or pits (cf. p.65 last par. ff. and figure 12 of the description of the present application).

4. Thus, the present application relates to three different concepts, namely

(i) the "asymmetrical groove" concept according to claims 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 and 16 and their dependent claims 2 and 3,

(ii) the "alternating servo data" concept according to claim 7, and



European Patent  
Office

**LACK OF UNITY OF INVENTION**  
**SHEET B**

Application Number  
**EP 99 93 6991**

The Search Division considers that the present European patent application does not comply with the requirements of unity of invention and relates to several inventions or groups of inventions, namely:

(iii) the "asymmetrical aperture" concept according to claim 12.

ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT  
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.

EP 99 93 6991

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

22-04-2002

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 02304737	A	18-12-1990	NONE			
JP 08321084	A	03-12-1996	NONE			
US 5646932	A	08-07-1997	JP US	6036314 A 5434836 A		10-02-1994 18-07-1995

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-17047

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 11 B 9/00		9075-5D	G 11 B 9/00	
13/00		9075-5D	13/00	
21/10		8524-5D	21/10	M

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全12頁)

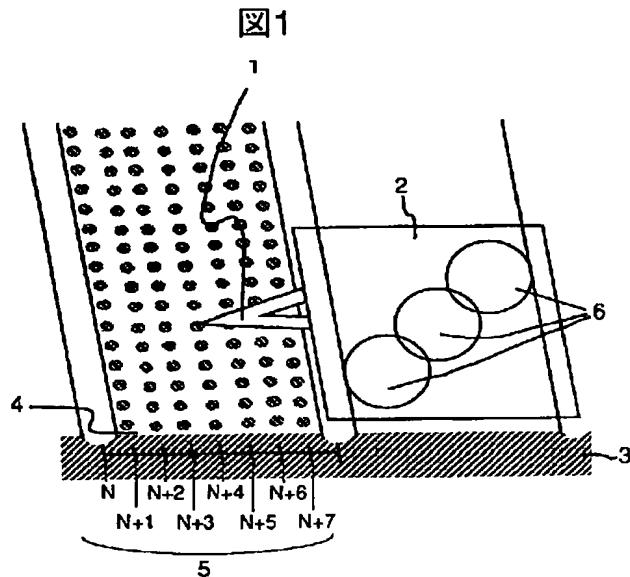
(21)出願番号	特願平7-161743	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成7年(1995)6月28日	(72)発明者	中村 公夫 埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所基礎研究所内
		(72)発明者	伊藤 顯知 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72)発明者	齊藤 敏 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 走査型プローブを用いた記録再生方法および装置

(57)【要約】

【目的】 高密度記録再生方式において、ヘッドの高速なアクセス及び位置決め制御を行い、記録再生の高速化を達成する。

【構成】 記録再生の為の走査型プローブヘッドと位置制御の為の光ヘッドを複合したヘッドを用いて、記録再生を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】走査型プローブを用いた記録再生において、記録再生を行う走査型プローブヘッドと、位置決め制御を行う光ヘッドの2つのヘッドを組み合わせて一体化したヘッドを用いることを特徴とする記録再生方法。

【請求項2】光ヘッドが走査する位置決め制御用トラックと、走査型プローブヘッドが走査する記録用トラックを合わせ持つ記録媒体を用いる請求項1記載の記録再生方法。

【請求項3】位置決め制御用トラックが、ディスク上の所定方向に間隔Pで配置された溝であって、少なくとも3つの光スポットを照射する光ヘッドを用いて、該ディスクと該光スポットとの相対変位を、所定方向に概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) の分解能で検出する請求項2記載の記録再生方法。

【請求項4】前記3つの光スポットの前記ディスクからの反射光を検出し、位相が概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) 異なる少なくとも2種類のトラッキングエラー信号を生成し、該トラッキングエラー信号を2値化して2値化信号を生成し、該2値化信号をカウントして相対変位を検出する請求項3記載の記録再生方法。

【請求項5】位置決め制御用トラックが、ディスク上の所定方向に間隔Pで配置された溝であって、少なくとも3つの光スポットを照射する光ヘッドを用いて、該ディスクと該走査型プローブを、所定方向に概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) の間隔で位置決めする請求項2記載の記録再生方法。

【請求項6】前記3つの光スポットの該ディスクからの反射光を検出し、位相が概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) 異なる少なくとも2種類のトラッキングエラー信号を生成し、該トラッキングエラー信号を切り替え、該トラッキングエラー信号に応じてアクセス機構を移動し、該走査型プローブを位置決めする請求項5記載の記録再生方法。

【請求項7】位置決め制御用トラックが、半径方向に間隔Pで直線上に配置されたピットあるいはマークであって、これらが少なくとも3種類の位相で配置されている請求項2記載の記録再生方法。

【請求項8】位相が少なくとも異なる8種類のトラッキングエラー信号を生成する回路を設け、該トラッキングエラー信号を切り替え、該トラッキングエラー信号に応じてアクセス機構を移動し、走査型プローブを位置決めする請求項7記載の記録再生方法。

【請求項9】光ヘッド及び走査型プローブヘッドはそれぞれ独自のアクチュエータによって走査され、光ヘッドが走査する方向と走査型プローブヘッドが走査する方向とが異なる請求項2から8のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項10】走査型プローブヘッドとして走査型力頭微鏡ヘッドが用いられている請求項1から9のいずれか

に記載の記録再生方法。

【請求項11】走査型プローブヘッドとして走査型近接場光頭微鏡ヘッドが用いられている請求項1から9のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項12】走査型プローブヘッドとして走査型トンネル頭微鏡ヘッドが用いられている請求項1から9のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項13】所定の形式で記録が成される媒体、前記媒体への記録再生を行う走査型プローブヘッド、前記媒

10 体上の位置決め制御を行う光ヘッドよりなり、前記2つのヘッドが組み合わされて前記媒体に対し同時に作用することを特徴とする走査型プローブを用いた記録再生装置。

【請求項14】前記記録媒体上に、光ヘッドが走査する位置決め制御用トラックと、走査型プローブヘッドが走査する記録用トラックを合わせ持つ記録媒体を用いる請求項13記載の記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

20 【産業上の利用分野】走査型トンネル頭微鏡や走査型力頭微鏡などの走査型プローブを記録再生ヘッドとする高密度記録再生方法において、情報の記録再生の高速化、および走査型プローブアクセス/トラッキング方法に係る。

## 【0002】

【従来の技術】走査型トンネル頭微鏡 (STM) や走査型力頭微鏡 (AFM) などの走査型プローブ頭微鏡 (SPM) の走査型プローブを記録再生ヘッドとして用いることで、高密度記録再生への挑戦が行われている。この走査型プローブヘッドを用いた記録再生には様々な方法があり、例えば、特開平3-238744にあるような、STMを用いて原子を動かし記録再生を行う方法等がある。これらの記録再生方法は走査型プローブ頭微鏡下での記録再生方法であり、直線的に伸縮走査するピエゾアクチュエータを用いて記録再生を行うため、記録再生速度の高速化に限界があった。また、所定の情報マークに位置決めして記録再生をおこなうことも不可能であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】記録再生速度の高速化のためには、光ディスクのような回転型の記録再生走査が有用である。回転型の走査形式において、記録再生速度を高速化するためには、ディスク面上に円形に記録再生される情報列に対して、記録再生ヘッドの高さ及び面上の位置制御が必要である。走査型プローブ頭微鏡では、トンネル電流或いはプローブにかかる力を制御用信号として高さに対する制御を行うが、これらの制御信号では、高速走査には不適当である。また、トラック方向の位置決め精度も従来の光ディスクより1桁以上の高い精度が要求される。

40 50 【0004】本発明の目的は、走査型プローブヘッドを

用いた高密度記録再生方法において、高さ及び位置制御を行い、高速に記録再生を行うことができる記録再生ヘッドを構成し、この記録再生方法に供することである。さらに、本発明の他の目的は、この新たに構成される記録再生ヘッドに適応する記録媒体の構造とこれに対応した記録再生ヘッドの走査方法を提案するものである。さらに、本発明の他の目的は、走査型プローブヘッドを用いた高密度記録再生を可能とするトラッキング方法、およびアクセス方法を提供することである。さらに、これらの方法を実現する記録再生装置を提供することである。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】記録再生速度の高速化のために、記録再生ヘッドの高さ及び位置制御に光を制御信号として用いる。つまり、記録再生の為の走査型プローブヘッドに位置制御用の光ヘッドを備えた複合型ヘッドを用いる。この複合ヘッドでは、記録再生を行うのが、走査型プローブヘッドであり、その位置制御を行うのが走査型プローブヘッドに付けられた光ヘッドである。この光ヘッドを用いることで、高精度な位置決め制御を行い、高速に記録再生を行うことができる。

【0006】また特に位置決め制御用トラックが、ディスク上の記録方向と直角方向に間隔Pで配置された溝とし、少なくとも3つの光スポットを照射する光ヘッドを用いて、該ディスクと該光スポットとの相対変位を、ディスク上の記録方向と直角方向に概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) の分解能で検出する光学的変位検出方法を用い、さらにまた、前記3つの光スポットの該ディスクからの反射光を検出し、位相が概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) 異なる少なくとも2種類

のトラッキングエラー信号を生成し、該トラッキングエラー信号を2値化して2値化信号を生成し、該2値化信号をカウントして相対変位を検出する方法とし、該ディスクと該走査型プローブを、所定方向に概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) の間隔で位置決めする。さらに該トラッキングエラー信号を切り替え、該トラッキングエラー信号に応じてアクセス機構を移動し、該走査型プローブを位置決めする。

【0007】あるいはまた、上記位置決め制御用トラックが、半径方向に間隔Pで円周上に配置されたピットあるいはマークであって、これらを少なくとも3種類の位相信号を発生する関係で配置し、位相が少なくとも異なる8種類のトラッキングエラー信号を生成する回路を設け、該トラッキングエラー信号を切り替え、該トラッキングエラー信号に応じてアクセス機構を移動し、該走査型プローブを位置決めする。

【0008】この複合ヘッドに供する記録媒体は、記録再生プローブヘッドと、位置制御光ヘッドのそれぞれに対応した記録再生トラック及び、位置制御用トラックを持つ。この2つのトラックはそれぞれが独自の幅を持ち

並列しているものでもいいし、また、1種類の様式のトラックが記録再生トラック及び位置制御トラックを兼ねるものであってもよい。各ヘッドはそれぞれのトラックを走査し、走査の方法は、記録媒体の円周方向に走査する光ヘッドに対して、記録トラックを走査するプローブヘッドのアクチュエータは、光ヘッドとは異なり、円周方向以外の走査が可能である。

#### 【0009】

【作用】記録再生ヘッドの位置決め制御に光ヘッドを用いれば、記録再生ヘッドの位置決め制御を、高速にかつ高精度で行うことができる。かつ、概略NP/8 (Nは4の倍数を除く自然数) の精度でアクセス/トラッキングできる位置決め方法を採用することで、従来の少なくとも1/8以下のトラックピッチを有する情報列に、アクセス/トラッキングができるようになる。

【0010】また、記録再生プローブヘッドは独自の走査アクチュエータを備え、これにより記録再生トラック上を走査する。この記録再生プローブヘッドを走査する走査アクチュエータは光ヘッドに固定されている。この20 固定端は光ヘッドにより位置制御されているので、プローブヘッドの位置は、光ヘッドにより制御された位置とプローブヘッドを走査する走査アクチュエータの変位とで決めることができ、プローブヘッドを走査する走査アクチュエータのストロークを小さくすることができる。

#### 【0011】

##### 【実施例】

###### 実施例1

以下、本発明を図面に基づいて詳細に説明する。説明に用いた図はいずれも模式的に描かれており、これにより長さが限定されるものではない。

【0012】図1に第1の実施例の構成図を示し、ディスクの一部をカットした断面とともに斜視図で示し、その上面にヘッドが配置されている様子を示す。

【0013】記録再生用のAFM(原子間力顕微鏡)のプローブヘッド1が光ヘッド2に取り付けられている。この光ヘッド2は3つのビーム6を有するヘッドで、8分の1トラックの間隔でトラックオフセットをかけながら従来の光ディスクあるいは光磁気ディスク同様のヘッドの走査が可能である。ディスク3はフォトポリメリゼ40 イション法(2P法)により作製した3.5インチのものであり、トラックピッチ1.4μm、ランド幅1.2μmである。ディスク3のランド4上の記録再生を行うトラック5の幅は溝ピッチの8分の1、175nmである。ヘッド位置は、ディスクが1周回転する毎に8分の1トラックづつ半径方向に移動する。

【0014】記録は、AFMプローブヘッド1をコートしている金を用い、電界蒸発法により、金のドットをディスクのランド4上に形成するものである。再生は金ドットによる凹凸をAFMプローブヘッド1のカンチレバーによって検出する。

【0015】図2は位置決め用の光ヘッドおよびその制御装置の模式図である。

【0016】ディスク3はスピンドルモータ112によって回転駆動される。アクセス機構114に搭載された光ヘッド2は、アクセス機構114により紙面左右方向(ディスク半径方向)へ移動する。

【0017】光ヘッド2においては、半導体レーザ118より出射した光が回折格子120により3本の光束とされ、コリメートレンズ122により平行光とされ、対物レンズ126によりディスク3上に3つのスポットを形成する。3つの光スポットはディスク3上で中心の光スポットに対し、両端の光スポットが半径方向に±Pの長さだけずれるように、回折格子120で調整されている。ディスク3からの反射光は、対物レンズ126を通りビームスプリッタ124で一部光路を変更され、検出レンズ130により3分割ディテクタ132上に集光される。

【0018】3分割ディテクタ132の検出信号は、多相トラッキングエラー信号回路134にて4種類のトラッキングエラー信号を生成する。2値化回路146およびカウンタ回路150は、トラッキングエラー信号により相対変位信号を生成する。速度制御信号生成回路162は相対変位信号により速度制御信号を生成し、速度制御信号をアクセス機構駆動回路174へ入力することにより、アクセス機構は走査型プローブを目標位置へアクセスする。トラッキングエラー信号選択回路170により選択されたトラッキングエラー信号は、位相補償回路172を介し、アクセス機構駆動回路174に入力され、アクセス機構は走査型プローブを所定の位置にトラッキングする。

【0019】次に走査型プローブを所定の情報トラックに位置決めするために用いるトラッキングエラー信号を生成する多相トラッキングエラー信号生成回路134を図3、図4を用いて説明する。

【0020】図3の3分割ディテクタ132上には、三つのディテクタ132a、132b、および132cが設けられており、集光した光束を独立に検出する。ディテクタ132bの信号は、回折光の0次光を用いているため両端より大きいため、これをアンプ136にて1/Kとし、3つのディテクタから得られる信号A、B、Cを等しくする。

【0021】図4(a)に信号A、B、Cと半径方向の変位量との関係を示す。それぞれの信号の位相は概略P/4異なり、さらに2つの信号が交差する点では位相が概略P/8異なる。そこで、信号Aから信号Bを減算回路138aにより減算した信号をトラッキングエラー信号Aとし、信号Bから信号Cを減算回路138bにより減算した信号をトラッキングエラー信号Bとし、信号Aから信号Cを減算回路138cにより減算した信号をトラッキングエラー信号Cとする。さらに、トラッキング

エラー信号Bよりトラッキングエラー信号Aを減算回路138dにより減算した信号をトラッキングエラー信号Dとする。

【0022】図4(b)は、上述の回路から得られたトラッキングエラー信号である。4種類のトラッキングエラー信号は、そのゼロ点付近で位相がP/8ずつ異なっている。

【0023】次に、ディスク3と走査型プローブの相対位置を検出する2値化回路146およびカウンタ回路150について図5を用いて説明する。

【0024】多相トラッキングエラー信号生成回路134にて生成されたトラッキングエラー信号A、B、C、Dは、2値化回路146により2値化され、信号Sa+、Sb+、Sc+、Sd+となる。

【0025】カウンタ回路150においては、インバータ152a、152b、152c、152dにより、これらの2値化回路出力を反転した2値化信号Sa-、Sb-、Sc-、Sd-を生成する。次に立上りエッジ検出回路154a、154b、154c、154dは信号Sa+、Sb+、Sc+、Sd+の立上りを検出し、立上りエッジ信号Ua、Ub、Uc、Udを、立下がり検出回路156a、156b、156c、156dは、立下がりを検出し、立下がりエッジ信号Da、Db、Dc、Ddを生成する。これら16の信号は論理回路158に入力され、次式で表される変位量の正の増分を表すアップパルス信号Puと、負の変位量を表すダウンパルス信号Pdを生成する。

#### 【0026】

$$Pu = (Ua \cap Sb-) \cup (Ub \cap Sa+) \cup (Uc \cap Sd+) \cup (Ud \cap Sc-)$$

$$Pd = (Ua \cap Sb+) \cup (Ub \cap Sa-) \cup (Uc \cap Sd-) \cup (Ud \cap Sc+)$$

30 アップダウンカウンタ160はアップパルス信号Puおよびダウンパルス信号Pdを入力し、相対変位信号を生成する。

【0027】4種類のトラッキングエラー信号の位相は前述のように概略P/8異なるため、ディスク3と走査型プローブの相対位置がP/8変化するごとに、カウンタ回路150は相対変位信号を出力する。これにより、半径方向に概略P/8の分解能で両者の相対変位信号を検出できる。検出された相対変位信号を用いてフィード40 バック制御を行うことにより、走査型プローブのアクセス動作を行うことができる。

【0028】次に、図6を用いて目標トラックへのアクセス動作及びトラッキング動作について具体的に説明する。

【0029】目標トラックへのアクセスを行うために、まずアクセススイッチ164を閉じる。アクセス機構駆動回路174には、カウンタ回路150の出力である相対変位信号により速度制御信号生成回路162によって生成された速度制御信号が入力され、目標トラックへの50 アクセス動作が開始される。目標トラックへのアクセス

は、横切るトラックの数をカウンタ回路150からの出力をもとにカウントしながら制御する。走査型プローブ、すなわち光スポットが目標トラック近くへ到達すると、アクセススイッチ164が開き、トラッキングエラー信号選択回路170は、トラッキングエラー信号A、B、C、Dと位相反転回路168a、168b、168c、168dによるそれらの反転信号A'、B'、C'、D'の8種類の位相が異なるトラッキングエラー信号により、目標トラックに対応するトラッキングエラー信号を選択する。例えば、図1に示すトラックNにプローブ1の探針位置を位置決めする（光スポットを図4(b)のNの位置に位置決めすることが対応する）には、トラッキングエラー信号Cを選択し、同様にトラックN+1、N+2、N+3、N+4、N+5、N+6、N+7へ位置決めを行うためには、トラッキングエラー信号B、D、A'、C'、B'、D'、Aを選択する。どのトラックを使用するかは図示しない上位の制御回路の要求によって決まるのであり、これに対応して信号選択回路のスイッチがオンされる。なお、本実施例では、トラックNとN+1～N+7とは異なったものとなっているが、トラックとしては同じに扱うものとする。選択されたトラッキングエラー信号は、位相補償回路172を通し、アクセス機構駆動回路174に入力され、アクセス機構は目標トラックへ位置決めを行うトラッキング動作を行う。位相補償回路172はアクセス機構駆動回路174に内蔵されるサーボ回路（図示しない）の発振を抑止し応答を高めるために設けられるものである。最後に、隣接するトラックへのジャンプ動作は、やはりトラッキングエラー信号選択回路により、所望のトラッキングエラー信号を選択することにより行うことができる。

【0030】以上のように本実施例によれば、半径方向に間隔P/8で配置された情報トラックに走査型プローブをアクセスし、かつトラッキングを行いながら情報の記録再生を行うことができる。本実施例の場合のトラッキング精度は、175nmのトラックピッチ（P=1400nm、P/8ピッチ）に対し、約5～10nmであり、十分の値である。

【0031】上記方法にて、トラッキング動作が終了したのち、プローブ1に適当な加重をかけ、記録再生を行う。線速度0.1m/sにて、1MHz 7Vの矩形波を記録信号としてプローブに印加し、1つのランド上に、トラックN+1からN+7の7トラックの走査を行った。このとき、直径50nmの金ドットが、ピッチ間隔125nm、トラック間隔175nmにて記録された。これを、線速度0.1m/sにて再生したところ、C/N20dBのカンチレバー信号が得られた。

【0032】なお、後述の実施例も含めてスイッチ回路を機械的なスイッチの形で図示したが、これらが電子的なものであることは言うまでもなかろう。

## 【0033】実施例2

図7に第2の実施例の構成図を示す。

【0034】記録再生用のAFMのプローブヘッド1が光ヘッド204に取り付けられている。光ヘッド204は1つのビームを有するヘッドで、以下のような方法で8分の1トラックの間隔でトラックオフセットをかけながらヘッドの走査が可能である。ディスク200はサンプルサーボ用の3.5インチのものである。

【0035】図8に示すように、前記ディスクのサーボ領域には、半径方向にトラックピッチP=1.4μmで同一円周線上に配置されたアクセスマーク、ウォブルマークA、クロックマークおよびウォブルマークBよりなるクロックデータが設けられ、アクセスマークとクロックマークとは同一円周上の位置（同じ位相）で、ウォブルマークA、Bは他のマークの両側、すなわち、半径方向に±P/4位相がずれて設けられている。またこれらのサーボ領域のデータは、円周方向に所定の間隔をとつて配置される。データ領域には半径方向に間隔P/8=175nmで情報トラックが設けられ、情報14が記録される。その先頭にはいわゆるセクターの番号であるIDマーク16が設けられている。

【0036】記録は、金でコートされたAFMプローブヘッドを用い、電界蒸発法により、金のドットをディスク上に形成するものである。再生は金ドットによる凹凸をカンチレバー1によって検出する。

【0037】図9は位置決め用の光ヘッド204およびその制御装置の模式図である。ディスク200はスピンドルモータ202によって回転駆動される。アクセス機構205に搭載された光ヘッド204は、アクセス機構205により紙面と平行方向（ディスク半径方向）へ移動する。光ヘッド204からの半導体レーザビーム（図7に6で表示）は、ディスク200上に絞りこまれスポットを形成する。ディスクからの反射光は、再度光ヘッド内へ導かれ、ディテクタ（図示しない）上に集光される。ディテクタの検出信号は、信号検出回路206へ導かれ、反射光の総光量を表す総光量信号S<sub>1</sub>が作られる。データ信号S<sub>2</sub>は、光ヘッド204に取り付けられたAFMプローブから作られ、情報再生回路220へ入力される。

【0038】光スポットが、ディスク200の回転に応じてサーボ領域のクロックデータ上を通過すると、データのドットの有無に対応して、反射光の総光量信号S<sub>1</sub>が変化する。これはサーボクロック発生回路208へ導かれ、サーボクロック発生回路208内のPLLはクロックデータのマークに同期し、ウォブルマークA、クロックマークおよびウォブルマークBのそれぞれに対応した、サーボ信号検出用のサンプルホールド信号S<sub>H</sub>a、S<sub>H</sub>bおよびS<sub>H</sub>cを生成する。また、総光量信号S<sub>1</sub>は、データクロック発生回路210へも導かれ、回路内のPLLもサーボ領域のクロックデータのマークに同期

し、データ記録再生用のデータクロック信号  $S_{dk}$  を生成する。信号検出回路 206 への入力はデータ領域のデータマークによっても発生するが、これはサーボ領域のマークを検出する場合には、サーボ領域のマークに比較して極めて小さいから、信号検出回路 206 で無視する処理をすることが出来る。

【0039】次に走査型プローブ 1 を所定の情報トラックに位置決めするために用いるサーボ信号検出回路 212 による 4 種類のトラッキングエラー信号を図 10 を用いて説明する。

【0040】光ヘッドにより検出された総光量信号  $S_t$  は、3 つのサンプルホールド回路 250a、250b、250c に入力される。サーボクロック発生回路 208 により総光量信号  $S_t$  のウォブルマーク A、クロックマーク、ウォブルマーク B に対応して生成された 3 つのサンプルホールド信号  $S_{Ha}$ 、 $S_{Hb}$ 、 $S_{Hc}$  を用いて、総光量信号  $S_t$  をサンプルホールド回路 250a、250b、250c によりサンプルホールドする。ウォブルマーク A に対応してサンプルホールドされた信号とクロックマークに対応してサンプルホールドされた信号を減算回路 252a により減算した信号をトラッキングエラー信号 A とし、クロックマークに対応してサンプルホールドされた信号とウォブルマーク B に対応してサンプルホールドされた信号を減算回路 252b により減算した信号をトラッキングエラー信号 B とし、ウォブルマーク A に対応してサンプルホールドされた信号とウォブルマーク B に対応してサンプルホールドされた信号を減算回路 252c により減算した信号をトラッキングエラー信号 C とする。さらに、トラッキングエラー信号 B よりトラッキングエラー信号 A を減算回路 252d により減算した信号をトラッキングエラー信号 D とする。それぞれのトラッキングエラー信号は、光スポットが次のサーボ領域を通過するまでの間ホールドされる。

【0041】図 11 は、上述の回路から得られたトラッキングエラー信号を示す波形図である。4 種類のトラッキングエラー信号は、そのゼロ点付近で位相が  $P/8$  ずつ異なっている。

【0042】次に、図 12 を用いて目標トラックへのアクセス動作及びトラッキング動作について具体的に説明する。図 12 はサーボ制御回路 214 を示す図である。

【0043】上位制御回路 260 から、アクセス命令、目標トラック、及び目標アクセスマークが入力される。まずアクセス命令によって、アクセススイッチ 264 を閉じる。速度制御信号生成回路 262 で、ポジション信号、目標アクセストラックおよび目標アクセスマークによって速度制御信号が生成され、アクセス機構駆動回路 274 に入力され、目標トラックへのアクセス動作が開始される。ここでポジション信号は、例えば、内周からクロストラックカウントして、内周からのトラック本数を数えて検知されるものである。走査型プローブ、

すなわち光スポットが目標トラック近くへ到達すると、アクセススイッチ 264 が開き、トラッキングエラー信号選択回路 270 は、トラッキングエラー信号 A、B、C、D とそれらの反転信号 A'、B'、C'、D' の 8 種類の位相が異なるトラッキングエラー信号により、目標トラックに対応するトラッキングエラー信号を選択する。例えば、図 7 に示すトラック N に光スポットを位置決めするには、トラッキングエラー信号 C を選択し、同様にトラック N+1、N+2、N+3、N+4、N+5、N+6、N+7 へ位置決めを行うためには、それぞれトラッキングエラー信号 B、D、A'、C'、B'、D'、A を選択する。選択されたトラッキングエラー信号は、位相補償回路 272 を通し、アクセス機構駆動回路 274 に入力され、アクセス機構は目標トラックへ位置決めを行うトラッキング動作を行う。最後に、隣接するトラックへのジャンプ動作は、やはりトラッキングエラー信号選択回路により、所望のトラッキングエラー信号を選択することにより行うことができる。この動作は本質的には図 6 で説明した第 1 の実施例と同じである。

【0044】データの再生、記録については、通常の磁気ディスク、光ディスクなどと同様に、データクロック発生回路 210 によって得られるデータクロック信号  $S_{dk}$  をタイミング信号として行うことができる。図 9 で簡単に説明すると次ぎのようである。

【0045】再生については、データ領域の金ドットの有無から得られる凹凸信号を AFM プローブによってデータ信号  $S_t$  として検出し、データクロック信号  $S_{dk}$  を基礎に情報再生回路 220 によって、 $S_t$  の金ドットの有無に対応した信号のデータとして再生する。これを誤り検出回路 222 によってチェックし、修正して出入力インターフェイスに渡す。記録は出入力インターフェイスから与えられる信号をデータクロック信号  $S_{dk}$  を基礎にディスク上に記録する。

【0046】以上のように本実施例によれば、半径方向に間隔  $P/8$  で配置された情報トラックに走査型プローブをアクセスし、かつトラッキングを行いながら情報の記録再生を行うことができる。本実施例の場合のトラッキング精度は、175 nm のトラックピッチ ( $P = 1400 \text{ nm}$ 、 $P/8$  ピッチ) に対し、約 5 ~ 10 nm であり、十分の値である。

【0047】上記方法にて、トラッキング動作が終了したのち、プローブに適当な加重をかけ、記録再生を行う。線速度  $0.1 \text{ m/s}$  にて、1 MHz 7 V の矩形波を記録信号としてプローブに印加し、1 つのランド上に、7 トラックの走査を行った。このとき、直径 50 nm の金ドットが、ピッチ間隔 125 nm、トラック間隔 175 nm にて記録された。これを、線速度  $0.1 \text{ m/s}$  にて再生したところ、C/N 20 dB のカンチレバー信号が得られた。

50 【0048】実施例 3

本発明の第3の実施例を図13に示す。

【0049】光ヘッド部308に記録再生用のAFMプローブヘッド309を駆動するピエゾアクチュエータ310が取り付けられている。光ヘッドは実施例1、2で示したと同様のディスクにおいてグループ308上をトラッキング走査する。ピエゾアクチュエータ310はディスクトラックと垂直方向に伸縮し、AFMプローブヘッド309をディスクのランド部311の幅1.2μmにわたって移動させる。

【0050】このピエゾアクチュエータの動作の1例を図14に示す。ピエゾアクチュエータはディスクが1回転するタイミング毎に150nmづつ伸びていき8周目にて1050nmになる。これで、ディスクの一つのランド領域にわたってプローブヘッドの走査が終了したことになり、この後、光ヘッドは次のグループへ移動しピエゾアクチュエータの伸びは初期位置へもどる。

【0051】このような走査を行う構成を用いて、実施例1に示すAFMプローブヘッドによる記録再生を行った。線速度0.1m/sにて、1MHz 7Vの矩形波を記録信号としてプローブに印加し、1つのランド上に、8トラックの走査を行った。このとき、直径50nmの金ドットが、ピッチ間隔100nm、トラック間隔150nmにて記録された。これを、線速度0.1m/sにて再生したところ、C/N 20dBのカンチレバー信号が得られた。

#### 【0052】実施例4

図15は、本発明の第4の実施例を示す図である。ディスク400は、実施例1と同様の連続溝を有するディスクであり、溝のピッチは1.4μm、ランドの幅は1.2μmである。記録再生に用いる媒体としては、Pt/Co多層膜、TeFeCo膜などの光磁気記録膜、相変化型の光記録膜等、いずれも適用可能である。近接場光を発生可能なファイバプローブ412が、光ファイバ414の先端に形成されており、このプローブを用いて情報402の記録再生を行う。ファイバプローブ412付きの光ファイバ414は、位置決めに用いる光ヘッド404に固定されており、光ヘッド404は、アクチュエータ416で位置調整される。対物レンズ408に入射する光は、実施例1と同様あらかじめ回折格子により3つの光に分割されている。所定の情報トラックへのアクセス動作、およびトラッキング動作は、実施例1と全く同様に行うことができる。

【0053】なお、図15では連続溝を有するディスクを用いているが、ディスクとして実施例2のような、サンプルサーボ・フォーマットのディスクを用いることも勿論可能である。

#### 【0054】実施例5

図16は、記録再生ヘッドとしてトンネル顕微鏡プローブを用いて構成した本発明の第5の実施例を示す図である。ディスク500は、実施例1と同様の連続溝を有す

るディスクであり、溝のピッチは1.4μm、ランドの幅は1.2μmである。このディスクに記録再生用媒体として、GeSbTe相変化膜が付加されており、トンネル顕微鏡プローブからの通電加熱により相変化記録を行い、相変化記録されたマークのトンネルボテンシャルの変化を再生信号として検出する。位置決めに用いる光ヘッド502は実施例1と同様の構成であり、この位置決め光ヘッドに、記録再生用トンネル顕微鏡プローブヘッドとしてのタングステンチップ501が、高さ制御用

10 アクチュエータ503を介して取り付けられている。

【0055】所定の情報トラックへのアクセス動作、およびトラッキング動作は、実施例1と全く同様に行うことができる。

【0056】なお、図16では連続溝を有するディスクを用いているが、ディスクとして実施例2のような、サンプルサーボ・フォーマットのディスクを用いることも勿論可能である。

#### 【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、従来困難であった走査型プローブを用いたヘッドの位置決め制御を、高速かつ高精度におこなうことができる。また、トラッキングピッチを従来小さいとされている光ディスク装置のさらに1/8以下の約150nm以下とすることができる、100ギガビット/平方インチ級の、超高密度の記録再生装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1の実施例を示す図。

【図2】溝を有するディスクを用いる場合の位置決め用光ヘッドおよび制御系の概略図。

30 【図3】多相トラッキングエラー信号回路のブロック図。

【図4】生成されたトラッキングエラー信号を示す図。

【図5】2値化回路およびカウンタ回路のブロック図。

【図6】目標トラックへのアクセス動作およびトラッキング動作を表す図。

【図7】本発明の第2の実施例を示す図。

【図8】第2実施例に用いるディスクの構造を示す図。

【図9】第2実施例で用いる位置決め用光ヘッドおよび制御系の概略図。

40 【図10】第2実施例における多相トラッキングエラー信号回路のブロック図。

【図11】第2実施例におけるトラッキングエラー信号を示す図。

【図12】第2実施例におけるアクセス動作およびトラッキング動作を表す図。

【図13】本発明の第3の実施例を表す図。

【図14】本発明の第3の実施例におけるピエゾアクチュエータの動作を示す図。

【図15】近接場プローブヘッドを用いた第4の実施例を表す図。

50

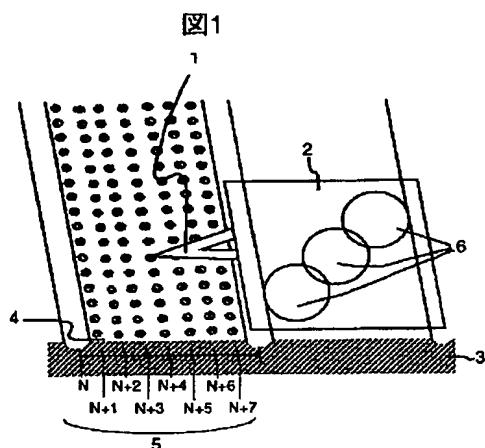
【図16】トンネル顕微鏡プローブヘッドを用いた第5の実施例を表す図。

【符号の説明】

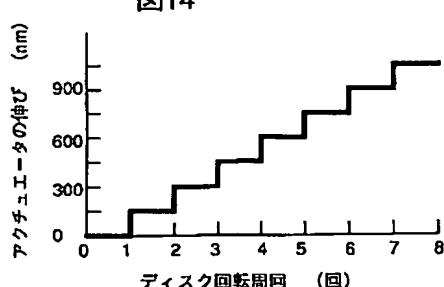
1…AFMプローブヘッド、2…位置決め用光ヘッド、3…ディスク、4…ディスクランド部、5…情報トラック、6…光ビーム、112…スピンドルモータ、114…アクセス機構、118…半導体レーザ、120…回折格子、122…コリメータレンズ、124…ビームスプリッタ、126…対物レンズ、130…検出レンズ、132…3分割ディテクタ、134…多相トラッキングエラー信号生成回路、136…アンプ、138…減算回路、146…2値化回路、150…カウンタ回路、162…速度制御信号生成回路、170…トラッキングエラー信号選択回路、172…位相補償回路、174…アクセス機構駆動回路、152…インバータ、154…立上りエッジ検出回路、156…立下りエッジ検出回路、158…論理回路、160…アップダウンカウンタ、164…アクセススイッチ、166…アンプ、168…反転回路、200…ディスク、10…アクセスマーク、12…\*

\*…情報マーク、14…記録情報、16…IDマーク、202…スピンドルモータ、204…光ヘッド、205…アクセス機構、206…信号検出回路、208…サーボクロック発生回路、210…データクロック発生回路、212…サーボ信号検出回路、214…サーボ制御回路、220…情報再生回路、222…誤り訂正回路、224…情報記録回路、250…サンプルホールド回路、252…減算回路、260…上位制御回路、262…速度制御信号制御回路、264…位相補償回路、266…10アクセス機構駆動回路、309…プローブヘッド、310…ピエゾアクチュエータ、311…ランド部、400…光ディスク、402…情報マーク、404…光ヘッド、406…光スポット、408…対物レンズ、410…ファイバプローブ、412…金属コーティング膜、414…光ファイバ、416…アクセス駆動機構、500…光ディスク、501…トンネル顕微鏡プローブチップ、502…位置決め用光ヘッド、503…アクセス駆動機構。

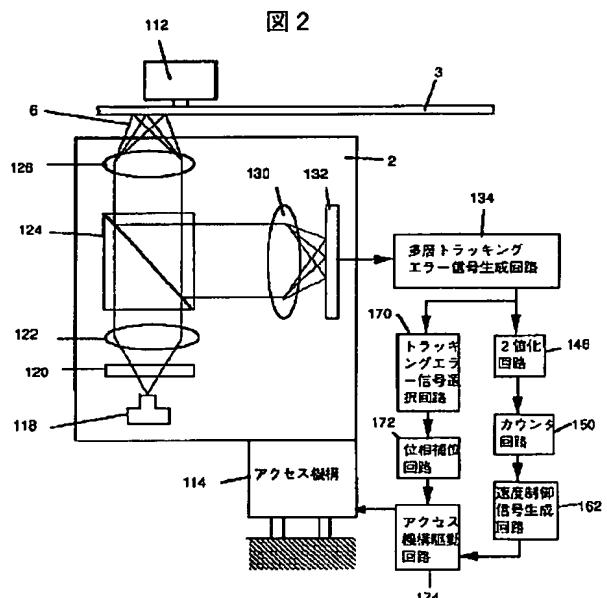
【図1】



【図14】

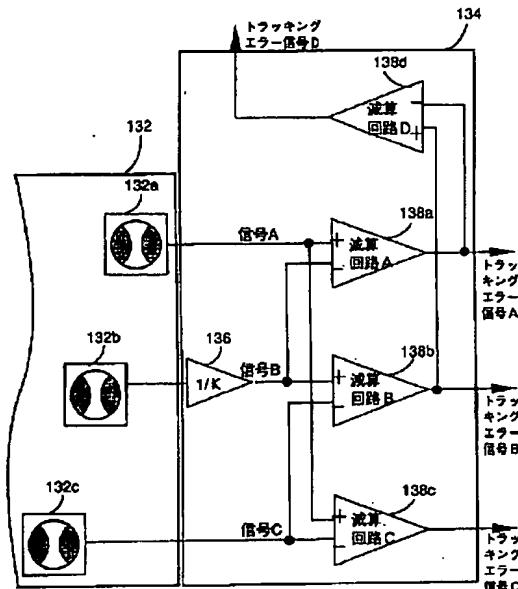


【図2】



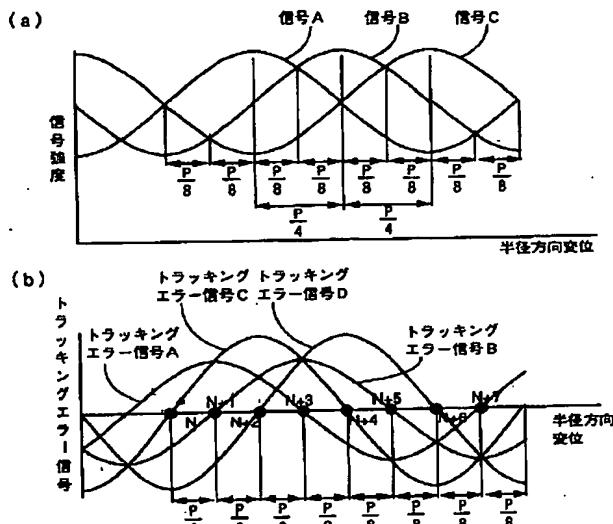
【図3】

図3



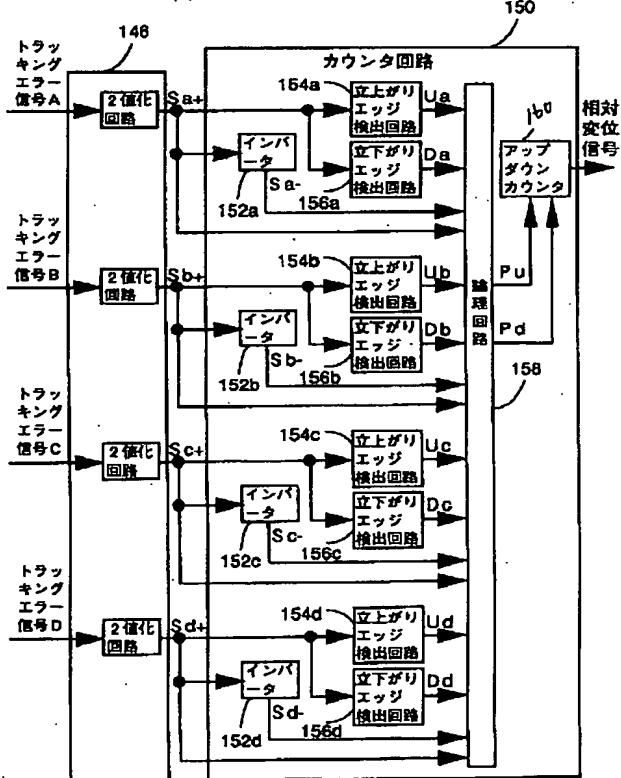
【図4】

図4



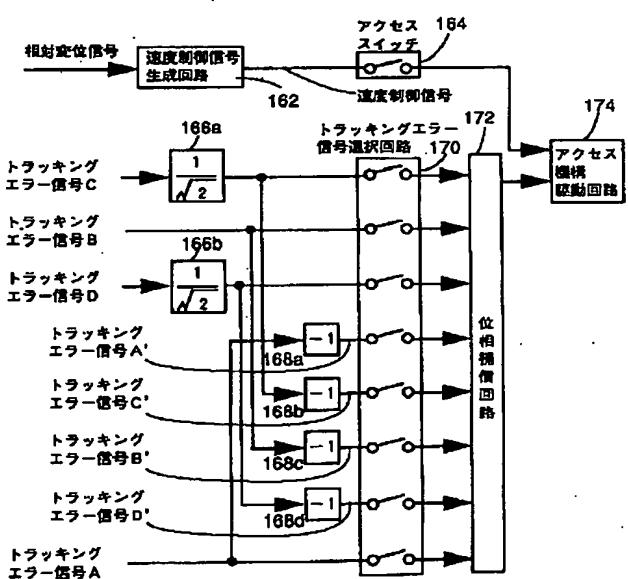
【図5】

図5



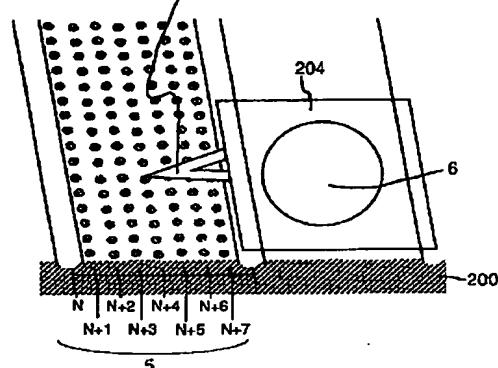
【図6】

図6



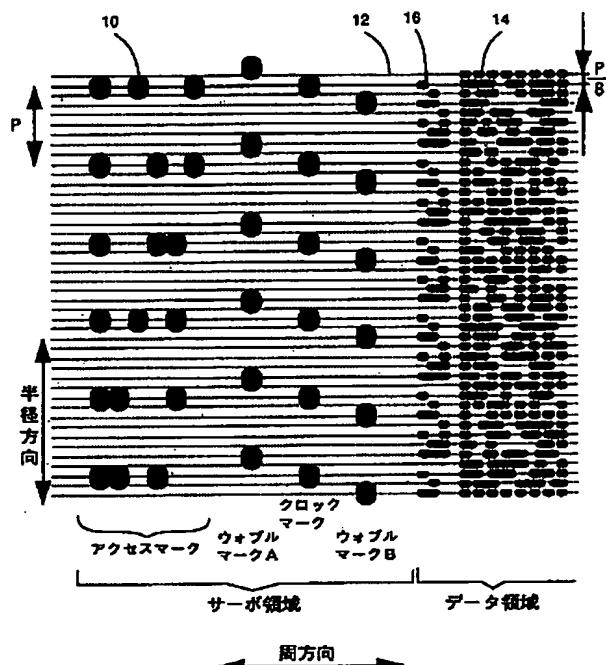
【図7】

図7



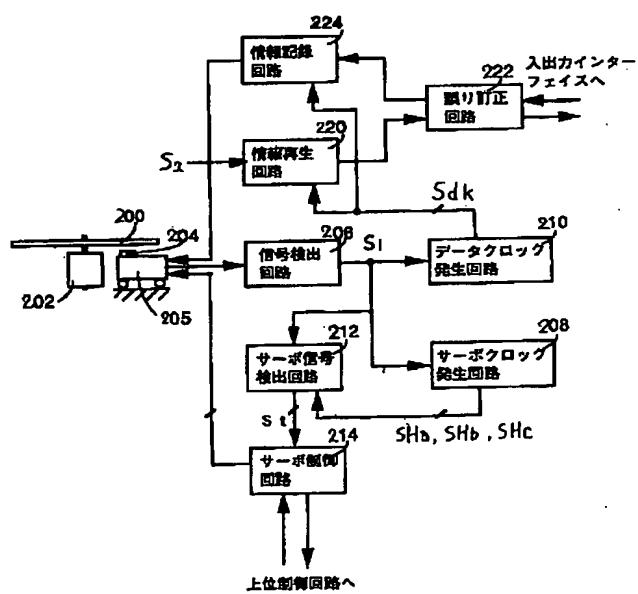
【図8】

図8



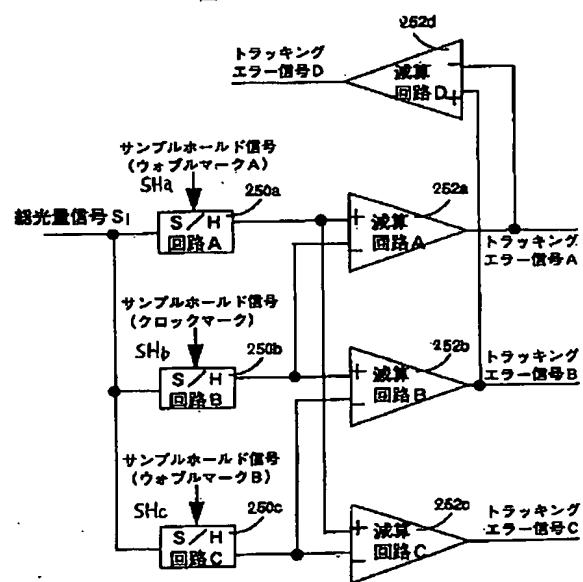
【図9】

図9



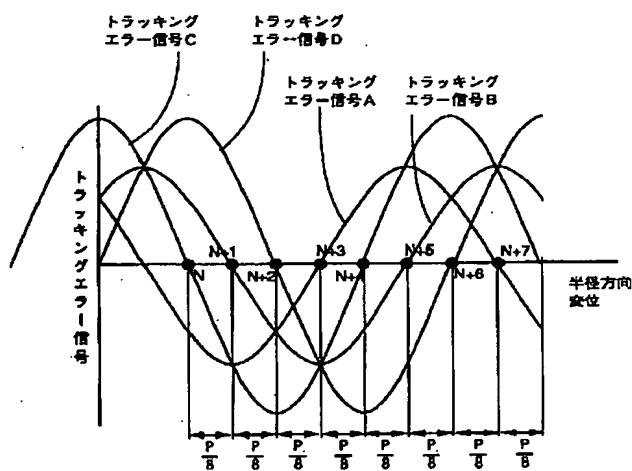
【図10】

図10



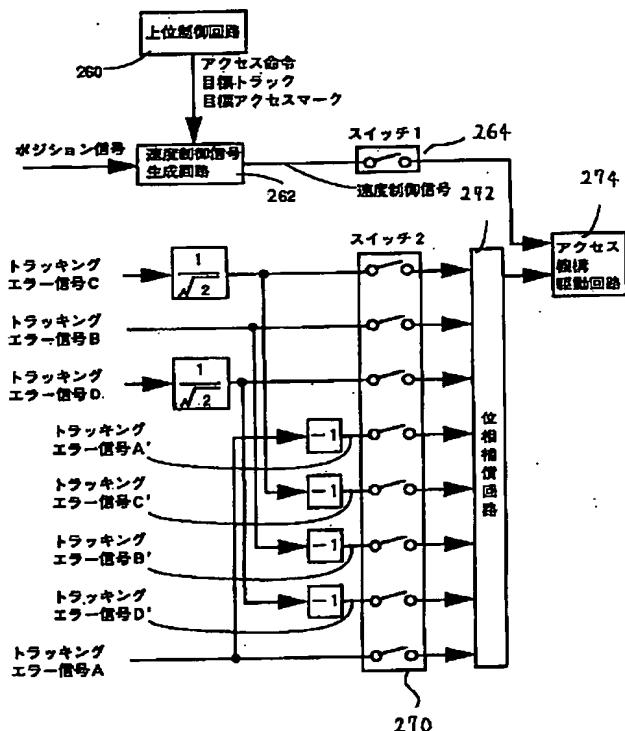
【図11】

図11

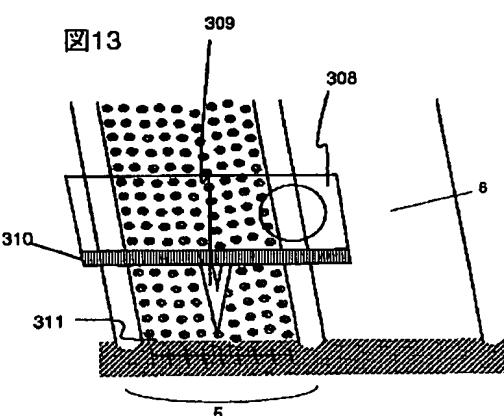


【図12】

図12

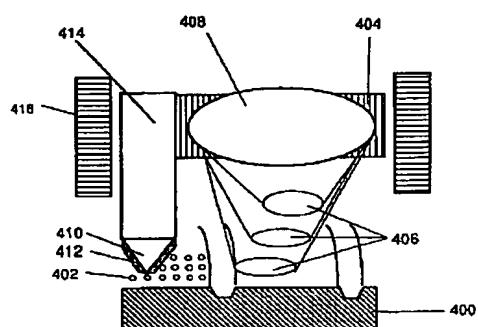


【図13】



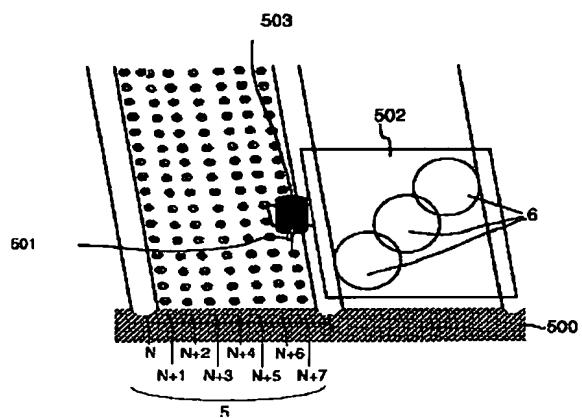
【図15】

図15



【図16】

図16



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09017047 A

(43) Date of publication of application: 17.01.97

(51) Int. Cl

**G11B 9/00**

**G11B 13/00**

**G11B 21/10**

(21) Application number: 07161743

(71) Applicant: HITACHI LTD

(22) Date of filing: 28.06.95

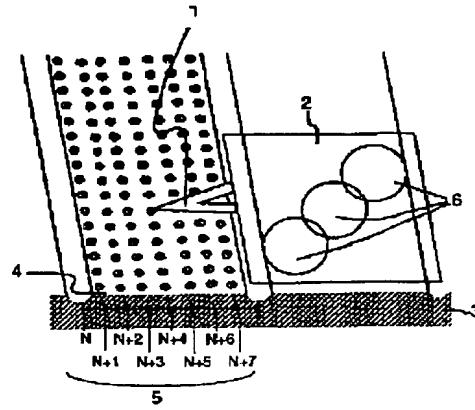
(72) Inventor: NAKAMURA KIMIO  
ITOU AKITOMO  
SAITO ATSUSHI

**(54) METHOD AND DEVICE FOR RECORDING AND  
REPRODUCING USING SCANNING TYPE PROBE**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To conduct a high speed recording and reproducing by controlling the height and the position of an optical disk recording and reproducing head on a disk surface.

**CONSTITUTION:** A position controlling track is arranged in a perpendicular direction with respect to the recording direction on a disk 3 with an interval P. A use is made for a composite head which is provided with an optical head 1 that irradiates at least three optical spots 6. The relative displacement between the disk 3 and the spots 6 is detected with an approximate resolution of  $NP/8$  (where N is a natural number excluding the multiples of 4) in the perpendicular direction to the recording direction on the disk 3. Moreover, the reflected light beams from the three light spots 6 on the disk 3 are detected. From these detections, a tracking error signal having the phase difference of approximately  $NP/8$  is generated and the relative displacement in the height direction between the disk 3 and the optical spots 6 is detected.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-185264

(43)公開日 平成11年(1999)7月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 7/09

識別記号

F I

G 11 B 7/09

C

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平9-354702

(71)出願人 000005049

(22)出願日 平成9年(1997)12月24日

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 藤 寛

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 片山 博之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 太田 賢司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

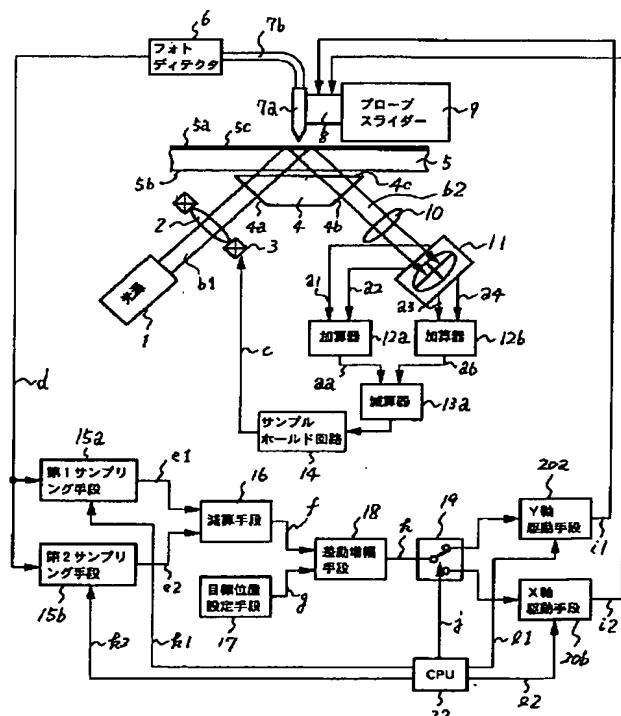
(74)代理人 弁理士 小池 隆彌

(54)【発明の名称】光プローブの位置決め装置及び記録媒体

(57)【要約】

【課題】レーザ光を集光して狭い範囲にエバネッセント光を集中させることにより再生情報のS/Nを図ることと、狭い範囲にエバネッセント光を凝縮しながら記録面積が広い記録媒体の任意の位置に光プローブ位置決めし、大容量の情報を検索することを目的とする。

【解決手段】本発明の光りプローブの位置決め装置は、記録媒体に照射されたビームのスポット内に対応させて設けられ、該スポットよりも先端径が小さい光量検出用の光プローブを所望の位置に位置決めする光プローブの位置決め装置において、前記光プローブを移動させる移動手段と、前記記録媒体上の異なる位置における光量を検出する光量検出手段と、該光量検出手段により検出された光量に基づいて前記光プローブを移動させて所望の位置に位置決めする制御手段と、を有することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録媒体に照射されたビームのスポット内に対応させて設けられ、該スポットよりも先端径が小さい光量検出用の光プローブを所望の位置に位置決めする光プローブの位置決め装置において、前記光プローブを移動させる移動手段と、前記記録媒体上の異なる位置における光量を検出する光量検出手段と、該光量検出手段により検出された光量に基づいて前記光プローブを移動させて所望の位置に位置決めする制御手段と、を有することを特徴とする光プローブの位置決め装置。

【請求項2】前記記録媒体の異なる位置における第1光量信号と第2光量信号とを減算する演算手段を有し、前記光量検出手段は、前記光プローブの基準位置から所定方向に沿って等距離で互いに異なる2つの位置において光量を検出し、前記制御手段は、前記演算手段の演算結果が前記所望の位置に対応させて指示した所定値に近づくように前記光プローブを移動させることを特徴とする請求項1記載の光プローブの位置決め装置。

【請求項3】前記記録媒体に照射されたビームをトラッキングするトラッキング手段を有し、該トラッキング手段により前記スポット内にトラッキングすることを特徴とする請求項1記載の光プローブの位置決め装置。

【請求項4】前記光量検出手段の少なくとも一方から光量が検出されない場合は、前記制御手段は、前記基準位置の方向に前記光プローブを移動することを特徴とする請求項2記載の光プローブの位置決め装置。

【請求項5】前記記録媒体に照射されたビームを集光制御するフォーカス制御手段と、集光状態が正常かどうかを判定する判定手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の光プローブの位置決め装置。

【請求項6】前記判定手段が正常でないと判定した場合は、前記光プローブの位置決め動作を停止することを特徴とする請求項5記載の光プローブの位置決め装置。

【請求項7】照射されたビームのスポット内に対応させて設けられ、該スポットよりも先端径が小さい光量検出用の光プローブによって情報が記録または再生される記録媒体において、

前記ビームをトラッキングするための案内手段と、前記光プローブによって情報が記録または再生される情報トラックとを有することを特徴とする記録媒体。

【請求項8】前記案内手段は、トラックに沿った方向に離散的に設けられていることを特徴とする請求項7記載の記録媒体。

【請求項9】前記案内手段は、上記情報トラックごとに応させて設けられていることを特徴とする請求項7記載の記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、先端径が小さい光量検出用の光プローブによりエバネッセント光を検出するいわゆる走査型近接場光学顕微鏡 (SNOM: Scanning Nearfield Optical Microscope) を用い、記録媒体あるいはサンプルの所望の位置に光プローブを位置決めする光プローブの位置決め装置及び記録媒体に関する。

## 10 【0002】

【従来の技術】近年、光の回折限界を越える分解能を持つ走査型近接場光学顕微鏡 (SNOM: Scanning Nearfield Optical Microscope) の研究が活発に行われている。一般に物体に光を照射すると、遠くまで伝搬する光と、光照射によって物質に誘起された分極同士の相互作用によってその近傍にのみ作られる電磁場、すなわち伝搬しない光が発生する。この伝搬しない後者の光は、エバネッセント光と呼ばれる。このエバネッセント光を波長よりも短い先端径をもつ光プローブの先端に発生させ、分解能を飛躍的に向上させた走査型顕微鏡がSNOMである。この分解能は光プローブの先端径で決まるため、先端を尖らせるほど分解能は向上する。

【0003】このSNOMを光メモリ装置に応用した技術が特開平7-98885号公報に開示されている。これは凹凸によって微少な記録マークを記録した記録媒体に全反射する角度でレーザ光を照射する。すると記録媒体の表面近傍100nm前後の範囲にエバネッセント光が発生するため、この記録マークからのエバネッセント光を光プローブで検出する。エバネッセント光は記録マークの有無で変化するため、情報の再生が可能である。同様にして光プローブの先端からエバネッセント光を滲み出させて情報を記録することができる。さらに、光プローブの先端径を短くすることにより、光の回折限界を超えた微少な記録マークの検出や記録が可能となり、従来の光記録媒体に比べて飛躍的に記録密度を向上させることができるものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来の技術では、レーザ光が照射された部分でしか情報の再生あるいは記録ができず、例えば、レーザ光が照射されたスポット内で光プローブを隣接するトラック間に移動しようとすると、記録媒体の所望の位置に光プローブの位置決めを行えないという欠点があった。

【0005】本発明の目的は、上記問題点に鑑み、記録媒体の所望の位置に光プローブの位置決めができる光プローブの位置決め装置及び記録媒体を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の光プローブ

の位置決め装置は、記録媒体に照射されたビームのスポット内に対応させて設けられ、該スポットよりも先端径が小さい光量検出用の光プローブを所望の位置に位置決めする光プローブの位置決め装置において、前記光プローブを移動させる移動手段と、前記記録媒体上の異なる位置における光量を検出する光量検出手段と、該光量検出手段により検出された光量に基づいて前記光プローブを移動させて所望の位置に位置決めする制御手段と、を有することを特徴とする。

【0007】請求項2記載の光プローブの位置決め装置は、請求項1記載の光プローブの位置決め装置において、前記記録媒体の異なる位置における第1光量信号と第2光量信号とを減算する演算手段を有し、前記光量検出手段は、前記光プローブの基準位置から所定方向に沿って等距離で互いに異なる2つの位置において光量を検出し、前記制御手段は、前記演算手段の演算結果が前記所望の位置に対応させて指示した所定値に近づくように前記光プローブを移動させることを特徴とする。

【0008】請求項3記載の光プローブの位置決め装置は、請求項1記載の光プローブの位置決め装置において、前記記録媒体に照射されたビームをトラッキングするトラッキング手段を有し、該トラッキング手段により前記スポット内にトラッキングすることを特徴とする。

【0009】請求項4記載の光プローブの位置決め装置は、請求項2記載の光プローブの位置決め装置において、前記光量検出手段の少なくとも一方から光量が検出されない場合は、前記制御手段は、前記基準位置の方向に前記光プローブを移動することを特徴とする。

【0010】請求項5記載の光プローブの位置決め装置は、請求項1記載の光プローブの位置決め装置において、前記記録媒体に照射されたビームを集光制御するフォーカス制御手段と、集光状態が正常かどうかを判定する判定手段と、を有することを特徴とする。

【0011】請求項6記載の光プローブの位置決め装置は、請求項5記載の光プローブの位置決め装置において、前記判定手段が正常でないと判定した場合は、前記光プローブの位置決め動作を停止することを特徴とする。

【0012】請求項7記載の記録媒体は、照射されたビームのスポット内に対応させて設けられ、該スポットよりも先端径が小さい光量検出用の光プローブによって情報が記録または再生される記録媒体において、前記ビームをトラッキングするための案内手段と、前記光プローブによって情報が記録または再生される情報トラックとを有することを特徴とする。

【0013】請求項8記載の記録媒体は、請求項7記載の記録媒体において、前記案内手段は、トラックに沿った方向に離散的に設けられていることを特徴とする。

【0014】請求項9記載の記録媒体は、請求項7記載の光記録媒体において、前記案内手段は、上記情報トラ

ックごとに対応させて設けられていることを特徴とする。

### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明を光メモリ装置に適用した場合について図1を用いて説明する。光源1から出射されたレーザの光ビームb1は対物レンズ2にて集光(図1では、説明の便宜上平行線で図示している)され、プリズム4(このプリズム4は、入射面4a、出射面4b、透過面4cを持つ台形状のプリズムであり、以後、

10 台形プリズム4という)を通して光記録媒体である光ディスク5の表面5aで反射される。光ビームb1が台形プリズム4から光ディスク5へ透過するために、後述するように透過面4cと光ディスク5の裏面5bの間隔は数十nmの間隔に制御されている。入射面4aは光ビームb1の進行方向とほぼ直角な面を有しており、この面を介して光ディスク5に光ビームb1を入射させ、表面5aにおいて光ビームb1を全反射させ、エバネッセント光を発生させる。また、出射面4bも反射ビームb2の進行方向とほぼ直角な面を有しており、反射ビームb2が集光レンズ10を介して4分割ディテクタ11に入射される。また、台形プリズム4は光ディスク5の裏面5b上に浮上する浮上スライダを兼ねており、光ディスク5との間隔を数十nmの距離で一定に保っている。なお、対物レンズ2にて集光している方が、強いエバネッセント光を得ることができS/Nが高くとれるので、望ましい。

【0016】光ディスク5の表面5aには記録層5cが設けられており、この表面近傍に発生したエバネッセント光は光プローブ7aによって検出される。この光プローブ7aは、アクチュエータ8によってX軸方向とY軸方向に移動が可能であり、その移動量はX軸駆動信号i2とY軸駆動信号i1により制御される。アクチュエータ8は、浮上型のプローブスライダ9によって光ディスク5との間隔を数十nmの距離で一定に保つ。光源1で光ディスク5を照射すると光プローブ7aで検出されたエバネッセント光は光ファイバー7bによってフォトディテクタ6に導かれ、光量信号dを出力する。光量信号dに基づいて光プローブ7aの位置決めを後述するようにして行う。

40 【0017】さて、4分割ディテクタ11から出力される電気信号a1、a2、a3、a4は加算器12a、12bに送られ、それらの出力信号a a、a bは減算器13aに入力される。減算器13aの出力信号はサンプルホールド回路14に入力され、光ディスク5上の後述するトラッキング用ピットにおけるトラックエラー信号をサンプリングする。サンプリングされたトラックエラー信号cは、対物レンズアクチュエータ3に送られて、対物レンズ2を駆動することにより光ビームb1のトラッキングを行う。

50 【0018】次に、フォトディテクタ6から出力された

光量信号  $d$  は第1サンプリング手段  $15a$  と第2サンプリング手段  $15b$  に送られる。光プローブ  $7a$  をX軸方向に位置決めする場合は、CPU22からX軸駆動手段  $20b$  へ命令信号  $12$  が出力され、駆動信号  $i_2$  によって、まず光プローブ  $7a$  をアクチュエータ8により振動させながら基準位置から一方のX方向へ数十nm～数百nmの範囲で所定の距離だけ移動させる。このとき第1サンプリング手段  $15a$  においては、この振動に同期したサンプルタイミング信号  $k_1$  に基づいて光量信号  $d$  をサンプリングし、第1光量信号  $e_1$  を出力する。同様に、基準位置から反対のX方向へ等距離の位置に光プローブ  $7a$  を移動させ、第2サンプリング手段  $15b$  においては、振動に同期したサンプルタイミング信号  $k_2$  に基づいて光量信号  $d$  をサンプリングし、第2光量信号  $e_2$  を出力する。第1光量信号  $e_1$  と第2光量信号  $e_2$  は減算手段  $16$  に送られ、その差信号  $f$  が差動増幅手段  $18$  の一方の端子に入力され、他方の端子には目標位置設定手段  $17$  からトラッキング目標値  $g$  が入力される。例えば、光ビーム  $b_1$  の中心に光プローブ  $7a$  を位置決めするときはトラッキング目標値  $g$  をゼロにセットしておく。差動増幅手段  $18$  の出力  $h$  はスイッチ手段  $19$  に入力され、X軸方向の位置決めの時はスイッチ制御命令  $j$  により、この信号  $h$  をX軸駆動手段  $20b$  へ送る。X軸駆動手段  $20b$  は、スイッチ手段  $19$  からの信号  $h$  に基づいて駆動信号  $i_2$  を送り、第1光量信号  $e_1$  と第2光量信号  $e_2$  の差がゼロに近づくように光プローブ  $7a$  へフィードバックが行われ、光ビーム  $b_1$  のX軸方向の中心に光プローブ  $7a$  の位置決め制御が行われる。

【0019】次に、上記と同様にして、CPU22からY軸駆動手段  $20a$  へ命令信号  $11$  が出力され各光量信号がサンプリングされ、差動増幅手段  $18$  からの信号  $h$  をY軸駆動手段  $20a$  へ送るようにスイッチ手段  $19$  にスイッチ制御命令  $j$  を送って、Y軸方向へ光プローブ  $7a$  を位置決め制御することにより、光プローブ  $7a$  を光ビーム  $b_1$  の中心に位置決めする。

【0020】図2は、光ビーム  $b_1$  が光ディスク5に照射されたときの光スポットと光プローブ  $7a$  との関係を示す図である。この図では、トラックに沿った方向をY軸方向（光ディスク5の回転方向）とし、トラッキング方向をX軸方向（光ディスク5の半径方向）とし、光プローブ  $7a$  をX軸方向にトラッキングする例を示す。光ディスク5はトラックに沿った方向に案内領域と情報記録領域に分けられており、案内領域にトラッキング用ピット  $23a$  が設けられ、情報記録領域において光プローブにより情報の記録または再生が行われる。案内領域では、光スポットmのトラッキングと、これに追従した光プローブ  $7a$  のトラッキング動作を行い、このトラッキング位置を保ったまま情報記録領域において記録または再生が行われる。光スポットmのトラッキング動作は、案内領域内のトラッキング用ピット  $23a$  において行わ

れ、光プローブ  $7a$  の位置決め制御は、案内領域内のその他の平坦領域にて行う。これにより光プローブ  $7a$  の位置決め制御がトラッキング用ピット  $23a$  からの回折の影響を受けずに精度よく行われる。

【0021】つまり、光プローブ  $7a$  のトラッキングに先立って、まずトラッキング用ピット  $23a$  の中心を通るように光スポットmのトラッキングを行う。光スポットmがトラッキングされると、次に光スポットm内の所定の位置に光プローブ  $7a$  を位置決めすることにより、実質上光プローブ  $7a$  がトラッキングされる。例えば、図1における目標位置設定手段  $17$  からトラッキング目標値  $g$  をゼロにセットすると、光スポットmの中心である情報トラック  $t_4$  に光プローブ  $7a$  が位置決めされる。また、目標位置設定手段  $17$  から出力されるトラッキング目標値  $g$  を順次切り替えることにより、図2における情報トラック  $t_1$  から  $t_7$  のそれぞれの情報トラックに光プローブを位置決めする。これにより、光スポットmの直径よりも小さいトラックピッチに光プローブ  $7a$  をトラッキングし、高密度の情報の記録や再生を行う。

【0022】次の案内領域に光スポットmと光プローブ  $7a$  が差し掛かると、トラッキング用ピット  $23b$  に基づいて再びトラッキング動作に戻る。以後はこれを繰り返して光ディスク5の全域に光プローブ  $7a$  をトラッキングし、情報の記録または再生を行う。

【0023】図3は光スポットmの光量分布を示す図である。図3（a）において、光プローブ  $7a$  の基準位置が光スポットの中心位置からずれないと、基準位置から互いに反対方向の等距離の位置でサンプリングされた光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  は異なる値となる。図3

（b）において、光プローブ  $7a$  の基準位置を光スポットmの中心の情報トラック  $t_4$  に位置決めする場合は、光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  との差がゼロに近づくように制御が行われる。すると、図4（a）に示すようにやがて光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  が等しくなり、基準位置は光スポットmの光量分布の最大値である光スポットの中心に近づく。これによって図4（b）に示すように、情報トラック  $t_4$  に光プローブ  $7a$  を位置決めすることができる。

【0024】なお、図2に示したその他の情報トラック  $t_1 \sim t_3$  および  $t_5 \sim t_7$  に光プローブを位置決めする場合は、図3（a）において、光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  の差を所定の値にセットすることにより、基準位置を光スポットm内の任意の情報トラックに位置決めすることができる。

【0025】さて、図4において光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  が等しくなる場合を示したが、これ以外に光量信号  $e_1$  と光量信号  $e_2$  の両方がほぼゼロとなり、実質上等しくなる場合がある。これは、基準位置が光スポットmの外にある場合である。このときは、少々光プローブ

が移動しても光量信号に変化が現れず、位置決めの制御は困難となる。また、光量信号e1と光量信号e2との差が所定の値となるように制御する場合にも、どちらか一方が光スポットmの外に出てゼロとなる場合も、片方の位置が特定できないため位置決めの制御は困難となる。

【0026】図5に示す装置は、これらを回避するための装置の要部である。フォトディテクタ6から出力された光量信号dは、比較器24の一方の端子に入力され、電圧V1と比較される。比較器24の出力信号nはCPU22に送られ、光量信号dが電圧V1以下となることを監視する。もし、光量信号dをサンプリングした光量信号e1と光量信号e2のどちらか一方がV1以下となつたことを検出したときは、どちらが検出されたかに基づいて光プローブ7aのずれ方向を判断し、基準位置を光スポットの中心方向へ戻す制御を行う。これにより、サンプリング点が光スポットmの外へ出ることを防止し、正常な制御を行える。

【0027】また、図4において光スポットmの光量分布を高いS/N比でサンプリングするためには、光スポットmのフォーカス制御を行って光量分布の形状を急峻にする必要がある。もし、光スポットmが十分に絞れていない場合は、光量分布の形状がなだらかになり、その裾野が広がってしまうため、サンプリングされた光量信号e1と光量信号e2のS/N比が低下し、光プローブ7aの正確な位置決めが困難となる。

【0028】図6に示す装置は、これを防止するための装置の要部を示す。4分割ディテクタ11からの出力信号a1とa3は加算器25aに入力され、出力信号a2とa4は加算器25bに入力される。それぞれの加算器の出力信号naとnbは減算器26に入力され、いわゆる非点収差法におけるフォーカスエラー信号oを出力する。この信号oは対物レンズアクチュエータ3に送られて、フォーカス制御を行うと共に、ウインドウコンパレータ27に入力される。ウインドウコンパレータ27では、フォーカスエラー信号oが所定の範囲内に入っているかどうかを検出することにより、フォーカス制御が正常であるかどうかの検出信号pをCPU22に出力する。CPU22ではこれによってフォーカス制御を監視し、もしフォーカス制御が異常な場合は光プローブ7aの位置決め制御を停止する。これにより、光量信号e1と光量信号e2のS/N比の低下による光プローブ7aの位置決め制御の暴走を防止する。

【0029】以上の動作を図7のフローチャートを用いて説明する。まず、光ビームb1のフォーカス制御を行い、正常であるかどうか確認する(S1)。なお、以下の位置決め制御の途中において、もしフォーカス制御が異常であれば、直ちに位置決め制御を中断する。フォーカス制御が正常であれば、光ビームのトラッキング制御を行い、同様に正常であるかどうか確認する(S2)。

これはトラック信号c(図1)が0V付近の所定の範囲内にあるかどうかを検出することにより行われる。正常であれば、光プローブ7aを基準位置から左へ移動する(S3)。光量信号e1をサンプリングする(S4)。同様に光プローブ7aを基準位置から右へ移動する(S5)。光量信号e2をサンプリングする(S6)。光量信号e1と光量信号e2の少なくとも一方がゼロでないか判断する(S7)。ゼロでなければ光量信号e1と光量信号e2の差を光プローブ7aのアクチュエータ8へ10 フィードバックする(S8)。ゼロであれば、光プローブ7aの基準位置をスポットの中心方向へ戻すためにステップ移動する(S9)。再び、S3へ戻って光プローブ7aの位置決め制御を行う。

【0030】なお、図2における光プローブ7aのトラッキング方法に限らず、図8に示す方法を用いても良い。トラッキング用ピット83a～83gは、図2の情報トラックに対し、その本数と同数だけ設ける。例えばトラッキング用ピット83aは情報トラックt1に位置決めするために設けてあり、以下同様に83gまで7個のトラッキング用ピットを設け、これにより情報トラックt7までの全てのトラックに位置決めを行う。まず、情報トラックt1に位置決めを行うときは、トラッキング用ピット83aを用いて光ビームb1をトラッキング制御し、次に光プローブ7aを光スポットmの中心に位置決めする。これにより光プローブ7aを光スポットmに追従させてトラッキングを行う。以下同様にして、情報トラックt7までのトラッキングを行うことができる。これにより、光スポット径よりも小さいトラックピッチに高密度の記録や再生を行うことができる。

【0031】また、図1に示した位置決め装置に限らず、図9に示す位置決め装置を用いることができる。図1と同一部には同一符号を付して説明は省略するが、この装置では、加算器12aと加算器12bから出力された信号aaと信号abは加算器13bに入力され、トータル信号qを第1サンプリング手段15aと第2サンプリング手段15bに送るように構成されている。光プローブ7aによってエバネッセント光が伝播光に変換されて、光ディスクの表面5aから放射されるが、このとき反射ビームb2の光量は減少する。4分割ディテクタ140のトータル信号qによって、この減少量を検出することにより、以下図1と同様にして光プローブ7aの位置決めを行う。

【0032】図10(a)はトータル信号qの減少量を示した図である。トータル信号qをサンプリングした光量信号e1と光量信号e2の差がゼロに近づくように光プローブ7aを制御することにより、図10(b)における光スポットの中心へ位置決めを行う。図4に比べて、光ファイバー7bとフォトディテクタ6を省略でき簡単になるが、4分割ディテクタ11の出力信号a1～50 a4によって光ビームb1のトラッキングに必要なダイ

ナミックレンジと光プローブ7aの制御に必要な高いS/Nとの両方満足する必要がある。なお、図1の位置決め装置では、逆にフォトディテクタ6と4分割ディテクタ11のそれぞれでダイナミックレンジとS/N比を最適化することができるため、高性能な位置決め制御が簡単になる。

【0033】

【発明の効果】請求項1記載の光プローブの位置決め装置によれば、スポットの光量分布に応じた所望の位置に光プローブを位置決めできるため、微小な位置決めであっても実現できる。

【0034】請求項2記載の光プローブの位置決め装置によれば、位置決めを精確にでき、例えば、基準位置をスポットの中心にすれば、左右対称な光量分布を持つスポットの中心に光プローブを位置決めできるため、スポット中心で情報を検出することができ、その情報のS/Nを向上できる。

【0035】請求項3記載の光プローブの位置決め装置によれば、記録媒体に照射されたビームをトラッキングし、これに追従して光プローブがトラッキングするため、より精確な位置決めができる。

【0036】請求項4記載の光プローブの位置決め装置によれば、常にスポット内に光プローブを制御でき、スポット内から光プローブがはずれることによる装置の暴走を防ぐことができる。

【0037】請求項5記載の光プローブの位置決め装置によれば、常に最適な合焦状態で光量の検出が安定でき、光量信号のS/Nを向上できる。

【0038】請求項6記載の光プローブの位置決め装置によれば、フォーカシングが正常でない場合に、装置の暴走を防ぐことができる。

【0039】請求項7記載の記録媒体によれば、案内手段にビームをトラッキングさせ、ビームが照射されたスポット内に光プローブを追従させながら、情報トラックに情報の記録または再生を行うことができる。

【0040】請求項8記載の記録媒体によれば、ビームを案内手段によってトラッキングし、これに追従した光プローブにより情報トラックに情報の記録または再生を

\*行うことができる。

【0041】請求項9記載の記録媒体によれば、スポット内のトラッキング動作を早くして、光プローブにより情報トラックに情報の記録または再生を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る光プローブの位置決め装置を示す図である。

10 【図2】本実施の形態に係る記録媒体を示す図である。

【図3】本実施の形態に係る光プローブの位置決め動作を説明するための図である。

【図4】本実施の形態に係る光プローブを光スポット中心に位置決めする動作を説明するための図である。

【図5】本実施の形態に係る光プローブを光スポット内に制限する装置を示す図である。

【図6】本実施の形態に係る光プローブの位置決め制御の暴走を防止する装置を示す図である。

【図7】本実施の形態に係る光プローブの位置決め方法を示すフローである。

20 【図8】本実施の形態に係る他の記録媒体を示す図である。

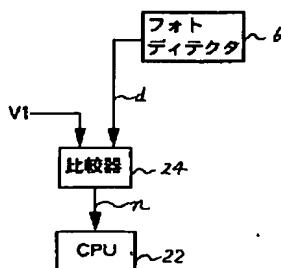
【図9】本実施の形態に係る他の光プローブの位置決め装置を示す図である。

【図10】図9における光プローブの位置決め動作を説明するための図である。

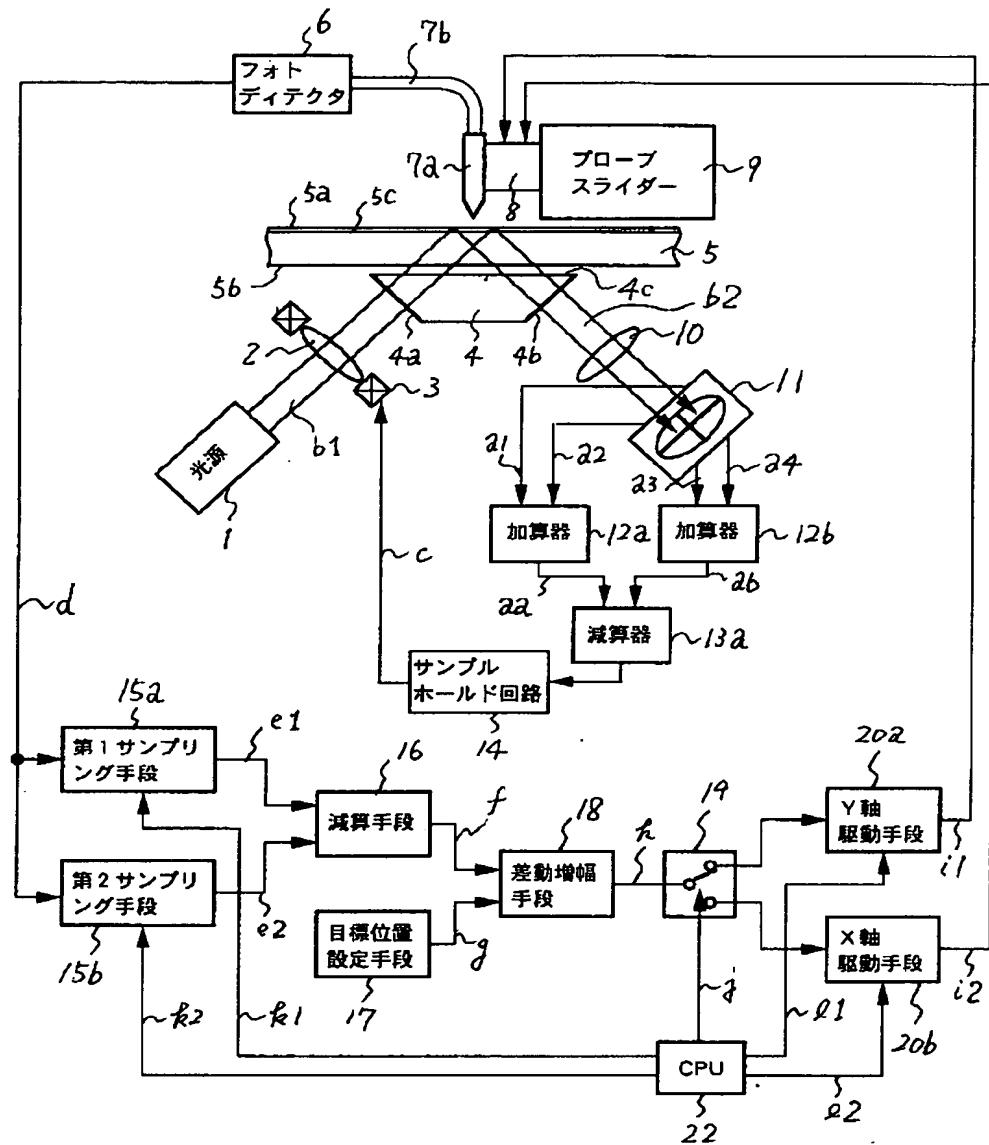
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 対物レンズ
- 3 対物レンズアクチュエータ
- 4 台形プリズム
- 5 光ディスク
- 6 フォトディテクタ
- 7a 光プローブ
- 7b 光ファイバー
- 8 アクチュエータ
- 9 プローブスライダ
- 10 集光レンズ
- 11 4分割ディテクタ

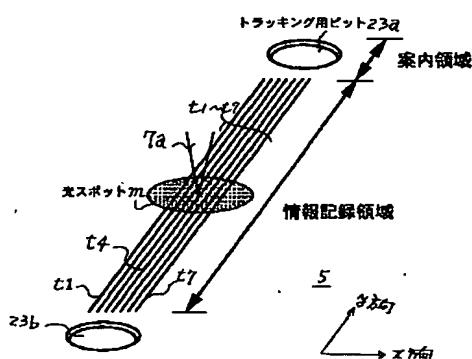
【図5】



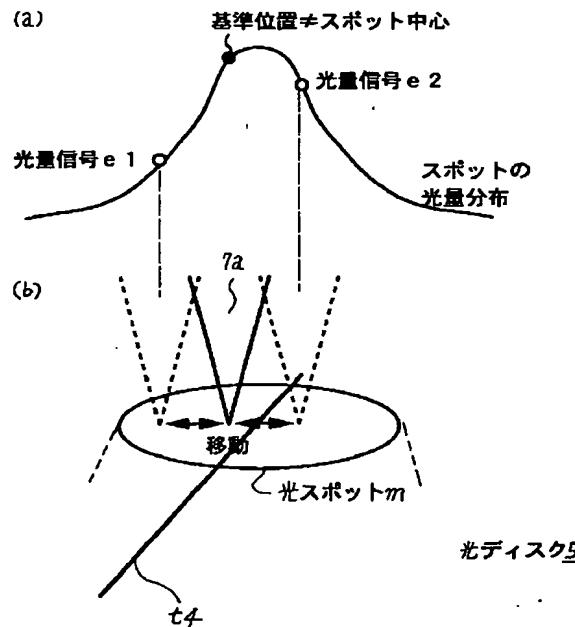
【図1】



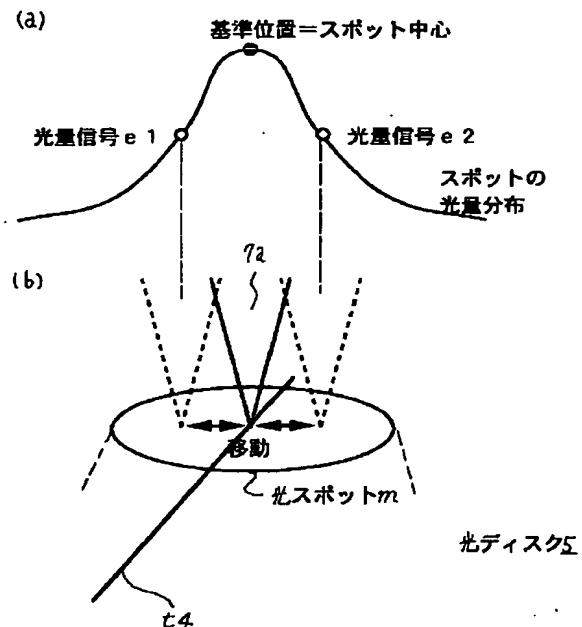
【図2】



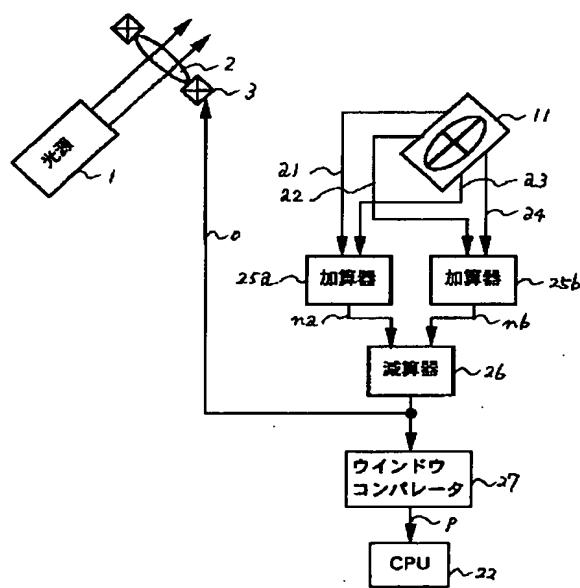
【図3】



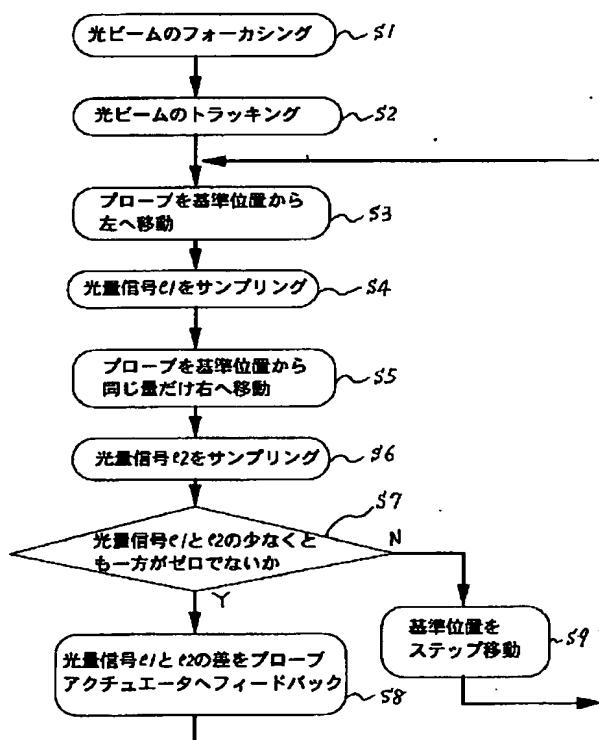
【図4】



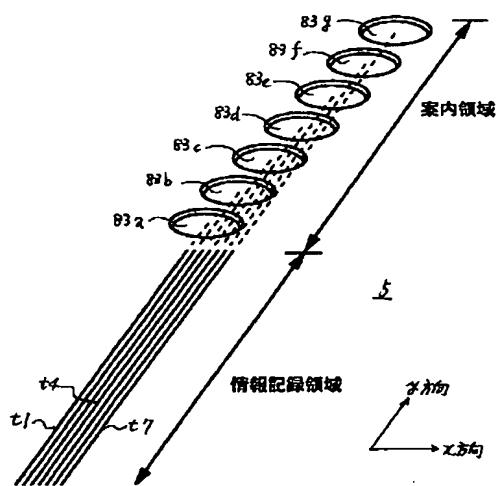
【図6】



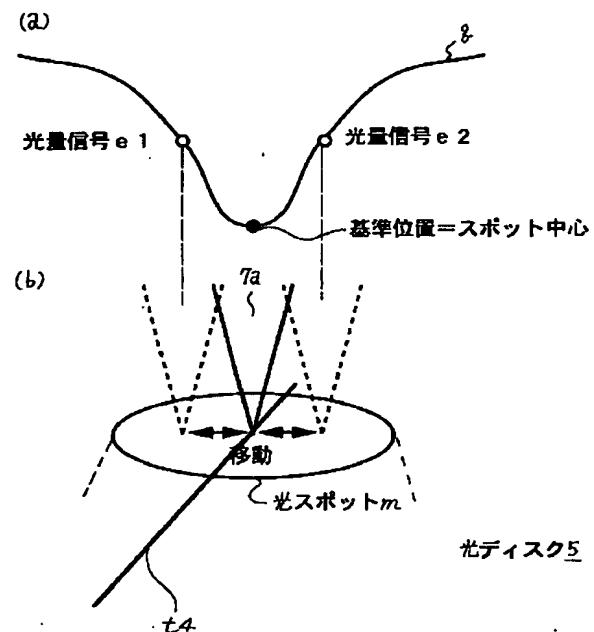
【図7】



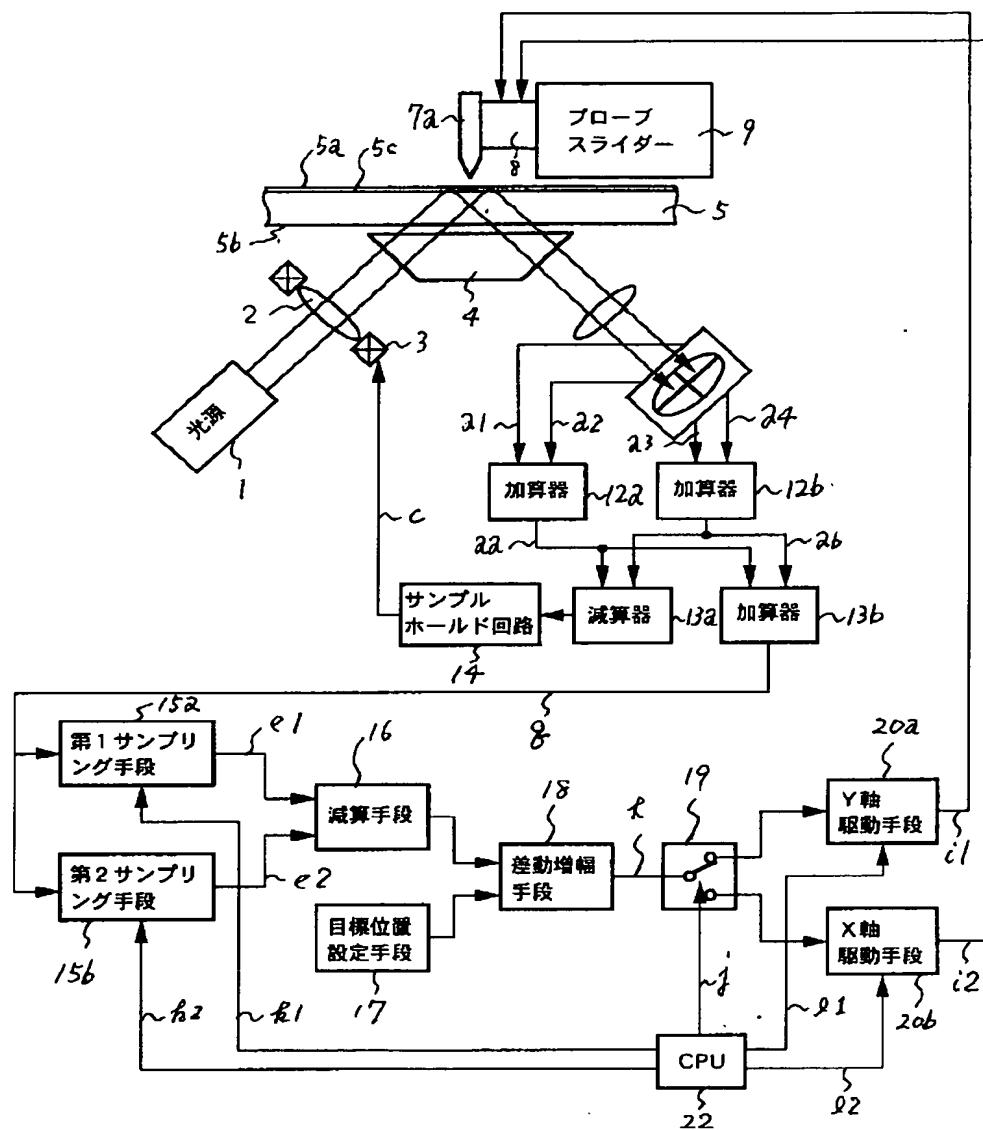
【図8】



【図10】



【図9】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11185264 A**

(43) Date of publication of application: 09.07.99

(51) Int. Cl.

G11B 7/09

(21) Application number: 09354702

(22) Date of filing: 24.12.97

(71) Applicant: **SHARP CORP**

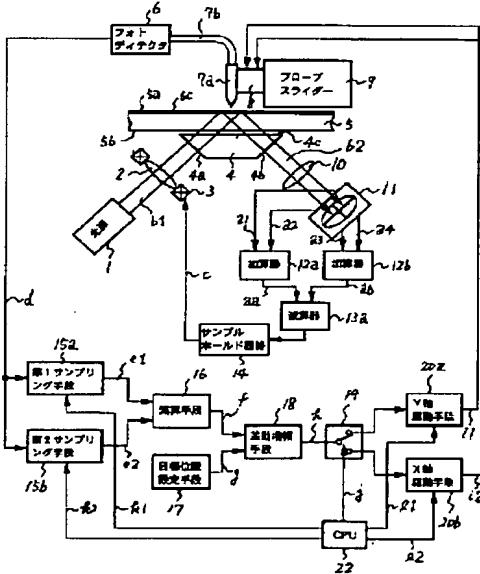
(72) Inventor: **FUJI HIROSHI  
KATAYAMA HIROYUKI  
OTA KENJI**

(54) OPTICAL PROBE POSITIONING DEVICE AND  
STORAGE MEDIUM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To position an optical probe at a desired position of a storage medium by detecting light quantities at difference positions being on a recording medium with a light quantity detecting means and moving the optical probe by a control means, based on light quantities detected by a light quantity detecting means.

**SOLUTION:** A light beam b1 from a light source 1 is passed through an objective lens 2 and a trapezoidal prism 4 to be totally reflected on the surface 5a of an optical disk 5 to generate an evanescent light. The evanescent light detected by an optical probe 7a is guided to a photodetector 6 by an optical fiber 7b and the detector 6 outputs a light quantity signal (d). A CPU 22 obtains first and second light quantity signals e1, e2 by sampling the signal (d) based on signals k1, k2 synchronized with a vibration while vibration the probe 7a in an X direction. Then, the CPU performs the positioning control of the probe 7a so that the difference signal (f) between the first and second signals e1, e2 approach zero. Moreover, the CPU 22 performs the positioning control of the probe in an Y direction by performing the control in the same manner.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04248

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>6</sup> G11B7/007, G11B7/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> G11B7/007, G11B7/09-7/095

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP, 11-185264, A (Sharp Corporation), 09 July, 1999 (09.07.99), Full text, Figs. 1, 2 and 8 (Family: none)	13, 16
P, A		1-12, 14-15
X	JP, 9-17047, A (Hitachi, Ltd.), 17 January, 1997 (17.01.97), Figs. 8, 10 (Family: none)	7, 14, 16
Y		10, 11, 13-16
Y	JP, 3-224139, A (CITIZEN WATCH CO., LTD.), 03 October, 1991 (03.10.91) Figs. 1 and 3 (Family: none)	10, 11, 13-16
A	JP, 5-28545, A (CANON INC.), 05 February, 1993 (05.02.93) Full text (Family: none)	1-16

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search  
15 November, 1999 (15.11.99)Date of mailing of the international search report  
30 November, 1999 (30.11.99)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

31  
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 99-549	<b>FOR FURTHER ACTION</b>	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/JP99/04248	International filing date (day/month/year) 04 August 1999 (04.08.99)	Priority date (day/month/year) 05 August 1998 (05.08.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G11B 7/007, 7/09		
Applicant SEIKO INSTRUMENTS INC.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I  Basis of the report
- II  Priority
- III  Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV  Lack of unity of invention
- V  Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI  Certain documents cited
- VII  Certain defects in the international application
- VIII  Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 28 February 2000 (28.02.00)	Date of completion of this report 15 June 2000 (15.06.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/04248

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

 the international application as originally filed the description:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the claims:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19)

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the drawings:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the sequence listing part of the description:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

 the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)). the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)). the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

 contained in the international application in written form. filed together with the international application in computer readable form. furnished subsequently to this Authority in written form. furnished subsequently to this Authority in computer readable form. The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished. The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4.  The amendments have resulted in the cancellation of: the description, pages \_\_\_\_\_ the claims, Nos. \_\_\_\_\_ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_5.  This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/JP99/04248

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-6,8-13,15	YES
	Claims	7,14,16	NO
Inventive step (IS)	Claims	1-6,8-9,12	YES
	Claims	7,10,11,13-16	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations****Claims 7, 14, and 16**

Regarding a recording/reproducing device that uses a scanning type near-field optical microscope head as a scanning type probe head, document 1 [JP, 9-17047, A (Hitachi, Ltd.), 17 January 1997 (17.01.97), Figs. 8 and 10] describes a technology for controlling the position of the scanning type probe head by reproducing servo data. The inventions described in claims 7, 14, and 16 lack novelty because they form a part of the information reproducing device described in document 1.

**Claims 10, 11, 13 to 16**

Document 2 [JP, 3-224139, A (Citizen Watch Co., Ltd.), 3 October 1991 (03.10.91), Figs. 1 and 3] describes an optical disk provided with grooves that serve as a servo pattern and are formed sequentially deeper in one direction perpendicular to both the read track direction and the depth direction of the medium.

The inventions described in claims 10, 11, and 13 to 16 lack inventive step because the idea of replacing the servo pattern described in document 1 with the servo pattern described in document 2 would be obvious to one skilled in the art.

**Claims 1 to 6, 8 to 9, and 12**

Regarding an information processor having multiple probes, document 3 [JP, 5-28545, A (Canon Inc.), 5 February 1993 (05.02.93), full text] describes a mechanism for controlling the specimen surface and the scan surface of the probes to be as parallel as possible.

Document 4 [JP, 8-321084, A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 3 December 1996 (03.12.96), full text] describes a technology for controlling the position of the recording or reproducing probe in the traverse direction of the track.

The documents cited in the ISR neither describe nor suggest a technology related to an information recording medium formed with a servo pattern comprising: (1) first grooves formed uniformly or sequentially deeper in one direction perpendicular to both the read track direction and the depth direction of the medium and (2) second grooves formed uniformly or sequentially deeper in the direction opposite to that of the first grooves.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/JP99/04248

**VI. Certain documents cited****1. Certain published documents (Rule 70.10)**

Application No. Patent No.	Publication date (day/month/year)	Filing date (day/month/year)	Priority date (valid claim) (day/month/year)
JP,11-185264,A[E,X]	09 July 1999 (09.07.1999)	24 December 1997 (24.12.1997)	

**2. Non-written disclosures (Rule 70.9)**

Kind of non-written disclosure	Date of non-written disclosure (day/month/year)	Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)

## 特許協力条約

PCT

国際予備審査報告

REC'D 03 JUL 2000

(法第12条、法施行規則第56条)  
(PCT36条及びPCT規則70)

出願人又は代理人 の書類記号 99-549	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/04248	国際出願日 (日.月.年) 04.08.99	優先日 (日.月.年) 05.08.98
国際特許分類 (IPC) Int. C17 G11B7/007, G11B7/09		
出願人（氏名又は名称） セイコーインスツルメンツ株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。

この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関に対して訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で        ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I  国際予備審査報告の基礎
- II  優先権
- III  新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV  発明の単一性の欠如
- V  PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI  ある種の引用文献
- VII  国際出願の不備
- VIII  国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 28.02.00	国際予備審査報告を作成した日 15.06.00
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 殿川 雅也 電話番号 03-3581-1101 内線 6927
	5D 9646

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。（法第6条（PCT14条）の規定に基づく命令に応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。PCT規則70.16, 70.17）

 出願時の国際出願書類

<input type="checkbox"/> 明細書 第 _____	ページ、	出願時に提出されたもの
明細書 第 _____	ページ、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書 第 _____	ページ、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 請求の範囲 第 _____	項、	出願時に提出されたもの
請求の範囲 第 _____	項、	PCT19条の規定に基づき補正されたもの
請求の範囲 第 _____	項、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
請求の範囲 第 _____	項、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 図面 第 _____	ページ/図、	出願時に提出されたもの
図面 第 _____	ページ/図、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
図面 第 _____	ページ/図、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	出願時に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
 PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

この国際出願に含まれる書面による配列表  
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出された書面による配列表  
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5.  この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。（PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。）

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条 (PCT35条(2)) に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

## 新規性 (N)

請求の範囲	1-6, 8-13, 15	有
請求の範囲	7, 14, 16	無

## 進歩性 (I S)

請求の範囲	1-6, 8-9, 12	有
請求の範囲	7, 10, 11, 13-16	無

## 産業上の利用可能性 (I A)

請求の範囲	1-16	有
請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

## 請求の範囲 7, 14, 16

文献1: JP, 9-17047, A (株式会社日立製作所)

17.1月. 1997 (17.01.97) 図8, 図10

には、走査型プローブヘッドとして走査型近接場光光頭微鏡ヘッドを用いた記録再生装置において、サーボデータを再生して走査型プローブヘッドの位置制御を行う技術が記載されており、請求項7, 14, 16に記載された発明は、上記文献1に記載された情報再生装置の一部をなすものであり、新規性を有しない。

## 請求の範囲 10, 11, 13-16

文献2: JP, 3-224139, A (シチズン時計株式会社)

3.10月. 1991 (03.10.91) 第1図, 第3図

には、サーボパターンとして読み取りトラックの方向と媒体の深さ方向に対してともに垂直な一方向に順次に深さを増して形成した溝を設けた光ディスクが記載されている。

文献1に記載されたサーボパターンに代えて文献2に記載されているようなサーボパターンを採用することは、当該技術分野の専門家にとっては自明のものであるから、請求の範囲10, 11, 13-16に記載された発明は進歩性を有しない。

## 請求の範囲 1-6, 8-9, 12

文献3: JP, 5-28545, A (キャノン株式会社)

5.2月. 1993 (05.02.93) 全文

には、複数の探針を有する情報処理装置において、各探針の走査面と試料面とをできるだけ平行に制御するための機構が記載されている。

文献4: JP, 8-321084, A (三洋電機株式会社)

3.12月. 1996 (03.12.96) 全文

には、記録又は再生のためのプローブをトラックの幅方向に位置制御する技術が記載されている。

読み取りトラックの方向と媒体の深さ方向に対してともに垂直な一方向に一律または順次に深さを増して形成した第一の溝と、第一の溝と反対方向に一律または順次に深さを増して形成した第二の溝をサーボパターンとして形成した情報記録媒体に関する技術に関しては、国際調査報告で列記した文献のいずれにも、記載も示唆もされていない。

## VI. ある種の引用文献

## 1. ある種の公表された文書 (PCT規則70.10)

出願番号 特許番号	公知日 (日. 月. 年)	出願日 (日. 月. 年)	優先日 (有効な優先権の主張) (日. 月. 年)
JP, 11-185264, A [E, X]	09.07.99	24.12.97	

## 2. 書面による開示以外の開示 (PCT規則70.9)

書面による開示以外の開示の種類	書面による開示以外の開示の日付 (日. 月. 年)	書面による開示以外の開示に言及している 書面の日付 (日. 月. 年)

## 特許協力条約

E P

US

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 99-549	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/04248	国際出願日 (日.月.年) 04.08.99	優先日 (日.月.年) 05.08.98
出願人(氏名又は名称) セイコーインスツルメンツ株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。  
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2.  請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3.  発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は  出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は  出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。  出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B 7/007, G11B 7/09

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B 7/007, G11B 7/09-7/095

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本実用新案公報	1922-1996年
日本公開実用新案公報	1971-1999年
日本登録実用新案公報	1994-1999年
日本実用新案登録公報	1996-1999年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	JP, 11-185264, A (シャープ株式会社) 9. 7月. 1999 (09. 07. 99) 全文, 図1, 図2, 図8 (ファミリーなし)	13, 16
P, A		1-12, 14-15
X	JP, 9-17047, A (株式会社日立製作所) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) 図8, 図10 (ファミリーなし)	7, 14, 16
Y		10, 11, 13-16

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

15. 11. 99

## 国際調査報告の発送日

30.11.99

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

廣岡 浩平



5D 6931

電話番号 03-3581-1101 内線 6931

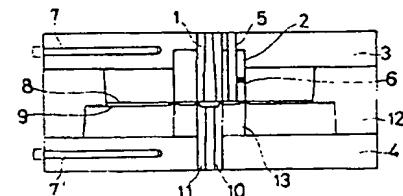
C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP, 3-224139, A (シチズン時計株式会社) 3. 10月. 1991 (03. 10. 91) 第1図、第3図 (ファミリーなし)	10, 11, 13-16
A	JP, 5-28545, A (キャノン株式会社) 5. 2月. 1993 (05. 02. 93) 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP, 8-321084, A (三洋電機株式会社) 3. 12. 1996 (03. 12. 96) 全文 (ファミリーなし)	1-16

## (54) PRODUCTION OF OPTICAL DISK SUBSTRATE

(11) 5-28543 (A) (43) 5.2.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-181076 (22) 22.7.1991  
 (71) SHARP CORP (72) KAZUHIKO ARIKAWA(2)  
 (51) Int. Cl. G11B7/26, B29C45/64, B29C45/78//B29L17/00

**PURPOSE:** To make a machinery characteristic sufficient by accurately, constantly and successively monitoring the temperature of a substrate resin and the temperature of a die in a forming machine cavity and outputting a control mark with a setting temperature so as to open a mold.

**CONSTITUTION:** After mold-opening with a signal from a controlling part detecting the temperature of the substrate and that of the die, a substrate 8 and a spool 1 are respectively fetched out from the die with an ejector pin for the spool 10 and an ejector pin for the substrate 11. Heat deformation caused by close contact with an outer peripheral side stamper retainer 12 is depressed in the substrate prepared in this way since the temperature of the substrate 8 is near the temperature of the die (below 120°C). Even if deformation is caused, it can satisfactorily be removed by annealing processing in a later process.

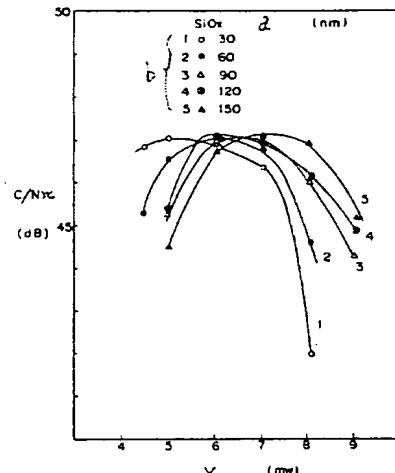


## (54) PRODUCTION OF RECORDING MEDIUM FOR OPTICAL DISK

(11) 5-28544 (A) (43) 5.2.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-182368 (22) 23.7.1991  
 (71) MITSUBISHI PLASTICS IND LTD (72) SHINGETSU YAMADA  
 (51) Int. Cl. G11B7/26, G11B7/24

**PURPOSE:** To control recording sensitivity by having a stage for successively forming an enhancement film, recording film, 1st protective film, and 2nd recording film on a substrate and controlling the thicknesses of the 1st protective film and/or the 2nd protective film.

**CONSTITUTION:**  $\text{SiO}_2$  formulated as the 1st protective film has an excellent heat radiation characteristic and an acrylic resin used as the 2nd protective film has an excellent heat retaining characteristic. Namely, the  $\text{SiO}_2$  is excellent in the heat radiation characteristic and is, therefore, liable to radiate heat. The acrylic resin is excellent in the heat retaining characteristic and is, therefore, liable to accumulate heat. The optical disk recording medium controlled in the heat transfer characteristic is, thereupon, obtd. by controlling either or both of the film thickness of the  $\text{SiO}_2$  and the film thickness of the acrylic resin. The control of the recording sensitivity of the optical recording medium is thus executed while the compsn. and thickness of the recording film are held in tact in the state of allowing the max. characteristics of the recording film itself to be exhibited.



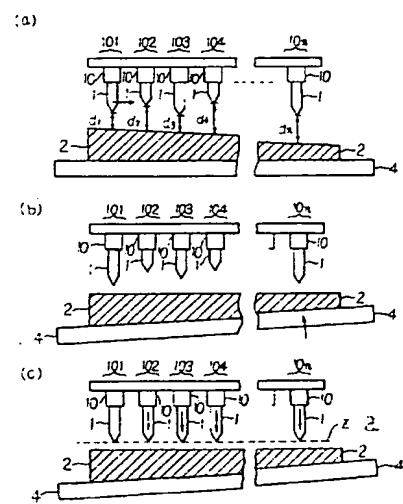
X: output of writing light. (a): film thickness of  $\text{SiO}_2$  inorg. protective layer (nm), (b) sample of execution

## (54) DEVICE AND METHOD FOR INFORMATION PROCESSING AND FACE FITTING METHOD, USING SCANNING PROBE MICROSCOPE

(11) 5-28545 (A) (43) 5.2.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-201151 (22) 17.7.1991  
 (71) CANON INC (72) HIROSHI MATSUDA(6)  
 (51) Int. Cl. G11B9/00

**PURPOSE:** To simplify feedback control in reference to the position control of the Z axis direction of a probe and to accelerate an information processing speed, by processing information after making the intrasurface direction of a temporary recording medium and the scanning direction of the probe parallel.

**CONSTITUTION:** The optional one (101 is set to be the one) among probe units 10n is scanned at an optional section on a recording medium 2 and the inclination of the recording medium 2 is corrected by using the reproducing signal of surface state obtained at this time so that the scanning direction (the direction of X-Y) of a probe electrode and the surface of the recording medium 2 become parallel. After making the surface of the temporary recording medium 2 and the scanning surface of the probe parallel, the bumping of the probe to the recording medium 2 or operation correcting the position of the Z direction of the probe while scanning are reduced. Thus, the speed of information processing can be increased as a result and accuracy with regard to the position of a recording bit is drastically improved.



a: rotation in the Z direction

⑩日本国特許庁(JP) ⑪特許出願公開  
⑫公開特許公報(A) 平3-224139

⑬Int.Cl. 9 識別記号 庁内整理番号 ⑭公開 平成3年(1991)10月3日  
G 11 B 7/09 A 2106-5D  
7/135 Z 8947-5D

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮発明の名称 V溝型光ディスク用光学ヘッドおよび信号検出方法

⑯特 願 平2-17757  
⑰出 願 平2(1990)1月30日

⑱発明者 中村 里克 埼玉県所沢市大字下富字武野840 シチズン時計株式会社  
技術研究所内

⑲出願人 シチズン時計株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

明細書

1.発明の名称

V溝型光ディスク用光学ヘッドおよび信号検出方法

2.特許請求の範囲

(1) レーザー光を対物レンズを通してV溝型光ディスクのV溝の各面に照射し、その戻り光からデータ信号およびサーボ信号を検出するV溝型光ディスク用光学ヘッドにおいて、1組のレーザーダイオードおよび対物レンズと、前記V溝の2つの面の各面に対応して戻り光を分離する、前記対物レンズの光軸を中心としてディスクの半径方向に対称に設けられた2つの光学部材と、各光学部材に対応して配置され、分離された戻り光を受光する2つのフォトディテクタと、これらのフォトディテクタの出力からデータ信号およびサーボ信号を検出する回路とを備えていることを特徴とするV溝型光ディスク用光学ヘッド。

(2) 前記2つのフォトディテクタにそれぞれ2分割フォトディテクタを用い、該2分割フォトディ

テクタの中心をオフセット時の戻り光の焦点に置くとともに、光ディスクのフォーカス方向の変位による焦点移動の軌跡の接線方向に沿って配置し、オントラック面に対応した側の2分割フォトディテクタからの2つの出力の差を取ることによってサーボ信号の1つであるフォーカスサーボ信号を検出し、それぞれの2分割フォトディテクタからの2つの出力の和を取り、その和どうしを比較することによってサーボ信号の1つであるトラッキングサーボ信号を検出し、オントラック面に対応した側の2分割フォトディテクタからの2つの出力の和を取ることによってデータ信号を検出することを特徴とする請求項(1)記載のV溝型光ディスク用光学ヘッドにおける信号検出方法。

3.発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はV溝型の光ディスクに対して情報の書き込みおよび読み取りを行うための光学ヘッドに関するものである。

【従来の技術】

V構型光ディスクの構造を第3図に示す。

第3図において301は光ディスクであり、モーター駆306にチャッキング用ハブ307を介してセットされている。また302は情報の記録面(トラック面)を示す。

このトラック面302にレーザー光源303から発せられ対物レンズ304を通った照射光305を当て、情報の書き込み・読み取りを行う。

V構型光ディスクの特徴は隣接するトラック面302がディスク面法線に対して互いに対称な角度をもって作られていることである。

この様な構造を取ることによって信号書き込み・読み取りの際に隣接トラックからの信号の混入、いわゆるクロストークをなくすことができる。

そのため一般のディスクに比べてトラック幅を狭くすることができるので、記憶容量の増大が可能になる。

V構型光ディスクにおける最大の問題点は、情報書き込み・読み取りのための光学ヘッドの構造が非常に複雑になる点である。

従来の技術としては、2つのレーザーダイオードまたは2点発光レーザーダイオードを使って2つの傾きの面に別々に書き込み・読み取りを行う機構のものや、ホログラム等を用いて1つのビームを複数本に分割して使う方法などが考えられている。

#### 【発明が解決しようとする課題】

マルチレーザーを用いた光学ヘッドにおいては機構が複雑になり、光学ヘッドの小型・軽量化、低価格化の妨げとなる。

またホログラム等を用いてビームを分割して使う方法においては、情報書き込みの際のパワーが不足するという問題がある。

#### 【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために本発明は、対物レンズを通してディスク面に対して垂直に入射されたレーザー光が、傾斜を持ったV構ディスクのトラック面で反射されることによって、入射光路と違った光路を通過して対物レンズに戻ることを利用して、以下に示す構成の光学ヘッドを構成したこと

とを特徴としている。

すなわち入射光と戻り光のすれの部分に光学部材を配置することで戻り光を分離し、その戻り光の焦点におかれたフォトディテクタによって信号を検出する。戻り光分離用の光学部材はV構の各面から戻り光に対応できるよう対物レンズの光軸を中心としてディスクの半径方向に対象に2枚配置し、各々に対応した位置2カ所に信号検出用のフォトディテクタを配置する。これらの光学系とフォトディテクタからの出力信号からデータ信号およびサーボ信号であるフォーカスサーボ信号、トラッキングサーボ信号を得るために回路を備えたことを特徴としている。

#### 【実施例】

第1図に本発明の基本構造を示す。

第1図において101はV構型光ディスクのトラック面を、103は対物レンズを、105は戻り光分離用光学部材1を、107はフォトディテクタ1を、109はレーザーダイオードを、111はフォトディテクタ2を、113は戻り光

分離用光学部材2をそれぞれ示す。

ディスク面に対して垂直方向から入射されたレーザー光はV構のトラック面101で反射することにより、V構トラック面の法線117の傾きに応じて、入射光とは違った光路を通過してレーザーダイオード109に戻る戻り光が生じてくる。

この往復の光路のすれの部分にミラーまたはプリズム等の光学部材105、113を配置することによって戻り光を分離し、その分離した戻り光の焦点に信号検出用のフォトディテクタ107、111を配置することによってデータ信号およびレンズ位置制御用のサーボ信号を検出する。

光路分離用の光学部材105、113とフォトディテクタ107、111は対物レンズの光軸115を中心ディスクの半径方向に対して対称に2組配置し、V構のどちらの面からの戻り光も検出できるようにする。なお対物レンズ103には非点収差および像面弯曲が補正された非球面レンズを使用する。

本発明の光学系におけるサーボ信号の検出方法

を第2図を用いて示す。

本実施例においてはフォトディテクタとして2分割フォトディテクタを用いており、第2図は2つある2分割フォトディテクタの一方と、それに接続される信号検出回路を示したものである。

第2図において201は光学部材によって分離された戻り光を、203は光検出素子1を、

205は光検出素子2を、207は2分割フォトディテクタ基板を、209は光検出素子1と2の出力の減算アンプを、211は光検出素子1と2の加算アンプをそれぞれ示す。

本発明の光学系においてはディスクの面に対する上下方向の変位、いわゆるフォーカス方向の変位に対して、戻り光の焦点は例えば213のような2次元的な軌跡を描いて移動する。

2分割フォトディテクタ基板207を、オントラック時の戻り光の焦点を中心に、フォーカス方向の変位による焦点移動の接線方向215に沿って配置する。図示していないが、他方の2分割フォトディテクタも同様に配置する。

この光学系において、戻り光が多い側の2分割フォトディテクタの減算アンプ209の出力を検出することでフォーカスサーが信号を得ることができる。

トラッキングサーが信号はそれぞれの2分割フォトディテクタの加算アンプ211の出力をとり、その出力を比較することで検出される。この検出信号の差が最大となったときV導の片方の面に最も理想的にスポットが乗っている状態となる。

そしてこの差の符号によってどちらの面にオントラックさせるか選択することができる。

データ信号はオントラックしている面に対応した側の2分割フォトディテクタの加算アンプ211からの出力で検出される。

#### 【発明の効果】

本発明により複数のレーザーダイオードや対物レンズを使うことなく、構造が簡単で部品点数も少い光学ヘッドでV導型光ディスクに対して情報の書き込み・読み取りが可能になる。

また本発明においては戻り光分離用の光学部材

の配置を工夫することで光利用効率が非常に高くなり、対物レンズからの出射パワーを大きくすることができる。

#### 4 図面の簡単な説明

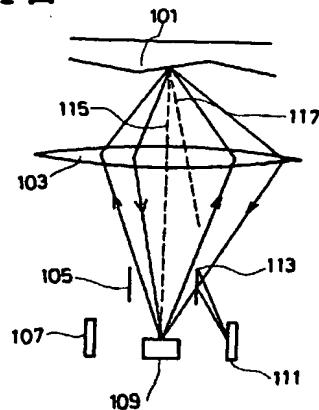
第1図に本発明の光ヘッドの基本構造を、第2図に本発明の実施例における信号検出機構を、第3図にV導型光ディスクの構造をそれぞれ示す。

- 101, 302…情報記録(トランク)面、
- 103…対物レンズ、
- 105…戻り光分離用光学部材1、
- 107…フォトディテクタ1、
- 109…レーザーダイオード、
- 111…フォトディテクタ2、
- 113…戻り光分離用光学部材2、
- 201…戻り光、203…光検出素子1、
- 205…光検出素子2、
- 207…2分割フォトディテクタ基板、
- 209…減算アンプ、211…加算アンプ、
- 301…V導型光ディスク。

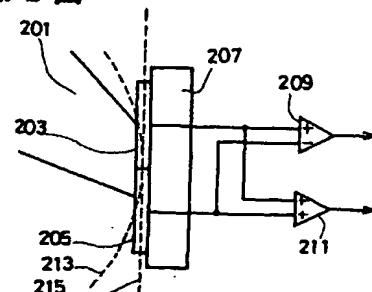
特許出願人 シチズン時計株式会社



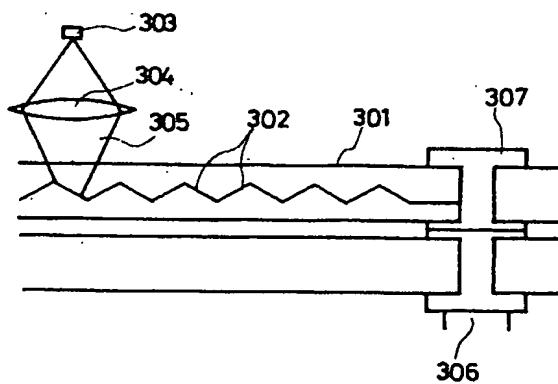
第1図



第2図



第3図



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-28545

(43)公開日 平成5年(1993)2月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 11 B 9/00

識別記号 庁内整理番号  
9075-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数33(全 19 頁)

(21)出願番号 特願平3-201151

(22)出願日 平成3年(1991)7月17日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 松田 宏

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 河出 一佐哲

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 柳沢 芳浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

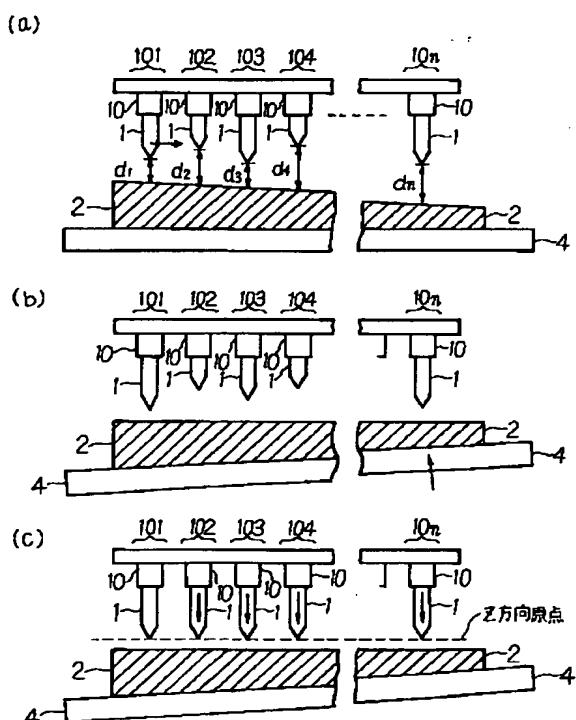
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走査型プローブ顕微鏡を用いた情報処理装置、情報処理方法及び面合わせ方法

(57)【要約】

【目的】 S XMを利用した複数の探針を有する情報処理装置において情報処理精度を高めるために、各探針の走査面と試料面とをできる限り平行にするように制御する機構を有する情報処理装置。

【構成】 S XMを利用した情報処理装置において、少なくとも2本以上の複数の探針と、記録媒体を載せるための試料台と、探針及び/又は試料台を駆動するための駆動機構と、かかる試料台面を傾斜せしめるX-Y軸傾斜機構と、検出された表面状態または記録情報に対応する信号成分のうち任意の空間周波数を有する信号成分の振幅を検出する振幅検出回路と、検出された振幅が0若しくは出来る限り小さな値になるようにX-Y軸傾斜機構を制御するフィードバック回路と、探針と記録媒体表面との距離を探針各々について独立に調整できる距離調整機構とを少なくとも具備した情報処理装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 探針と試料間との距離に依存する各種の相互作用を検出しながら、探針を試料上相対的に走査せしめて該試料の表面状態を測定する走査型プローブ顕微鏡技術を利用した情報処理装置において、少なくとも 2 本以上の複数の探針と、記録媒体を載せるための試料台と、上記探針を試料上相対的に走査させるために、探針自体が駆動できるか、若しくは試料台が駆動できるか、若しくは探針と試料台の何れもが互いに平行かつ独立に駆動できる駆動機構と、かかる試料台面を傾斜せしめる X-Y 軸傾斜機構と、検出された表面状態または記録情報に対応する信号成分のうち任意の空間周波数を有する信号成分の振幅を検出する振幅検出回路と、検出された振幅が 0 若しくは出来る限り小さな値になるように X-Y 軸傾斜機構を制御するフィードバック回路と、探針と記録媒体表面との距離を探針各々について独立に調整できる距離調整機構とを少なくとも具備したことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】 X-Y 軸傾斜機構が、X-Y 軸傾斜ステージ又は X-Y 軸ゴニオステージによることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 3】 X-Y 軸傾斜ステージの傾斜機構が、少なくとも 2 つの圧電素子を利用したものであることを特徴とする請求項 2 記載の情報処理装置。

【請求項 4】 試料台上に記録媒体を載せ、記録媒体上、複数の探針のうち少なくとも 1 本の任意の探針を任意の領域又は区間を相対的に走査せしめて記録媒体表面 (X'-Y' 面) と探針の走査面 (X-Y 面) との傾き量を検出する手段と、かかる傾き量が最も小さくなるように X-Y 軸傾斜機構を制御する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 5】 探針と試料間の相互作用としてトンネル電流を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型トンネル顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 6】 探針と試料間の相互作用として原子間力を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型原子間力顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 7】 探針と試料間の相互作用として磁力を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型磁力顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 8】 探針と試料間の相互作用としてイオン電導を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型イオン電導顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 9】 探針と試料間の相互作用として音響を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型音響顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 10】 探針と試料間の相互作用としてエバネ

ッセント光を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型近接場光学顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 11】 振幅検出回路として、ロックインアンプを用いることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 12】 任意の空間周波数が探針の走査面内方向掃引周波数に等しいことを特徴とする請求項 1 または 11 記載の情報処理装置。

10 【請求項 13】 複数の探針が複数のカンチレバー上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 14】 カンチレバーがバイモルフまたはユニモルフであることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 15】 探針と試料間との距離に依存する各種の相互作用を検出しながら、探針を試料上相対的に走査せしめて該試料の表面状態を測定する走査型プローブ顕微鏡技術を利用した情報処理装置であって、少なくとも

20 2 本以上の複数の探針と、記録媒体を載せるための試料台と、上記探針を試料上相対的に走査させるために、探針自体が駆動できるか、若しくは試料台が駆動できるか、若しくはこの両者何れもが互いに平行かつ独立に駆動できる駆動機構と、かかる試料台面を傾斜せしめる X-Y 軸傾斜機構と、検出された表面状態または記録情報に対応する信号成分のうち任意の空間周波数を有する信号成分の振幅を検出する振幅検出回路と、検出された振幅が 0 若しくは出来る限り小さな値になるように X-Y 軸傾斜機構を制御するフィードバック回路と、探針と記録媒体表面との距離を探針各々について独立に調整できる距離調整機構とを少なくとも具備した情報を処理装置を用い、先ず複数の探針のうち任意の 1 本を用いて記録媒体上の任意の区間を走査させてかかる区間の表面状態を調べ、次にかかる操作によって得られた表面状態に対応する信号のうち、探針の掃引周波数に等しいか或いは近い周波数を有する信号成分の振幅を検出し、かかる振幅がほぼ 0 になるように X-Y 軸傾斜機構を制御し、更に以上述べた操作を最初と異なる少なくとも 1 つの方向について行い (即ち合わせて少なくとも 2 軸方向について調整)、次に残りの探針全てについて探針と記録媒体表面との距離を各々一定の値になるように調節し、以上述べた全操作を行った後に、情報の記録、再生或いは消去を行うことを特徴とする情報処理方法。

30 【請求項 16】 X-Y 軸傾斜機構が、X-Y 軸傾斜ステージ又は X-Y 軸ゴニオステージによることを特徴とする請求項 15 記載の情報処理方法。

【請求項 17】 X-Y 軸傾斜ステージの傾斜機構が、少なくとも 2 つの圧電素子を利用したものであることを特徴とする請求項 16 記載の情報処理方法。

40 【請求項 18】 探針と試料間の相互作用としてトンネ

ル電流を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型トンネル顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項19】 探針と試料間の相互作用として原子間力を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型原子間力顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項20】 探針と試料間の相互作用として磁力を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型磁力顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項21】 探針と試料間の相互作用としてイオン電導を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型イオン電導顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項22】 探針と試料間の相互作用として音響を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型音響顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項23】 探針と試料間の相互作用としてエバネッセント光を利用する、即ち走査型プローブ顕微鏡が走査型近接場光学顕微鏡であることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項24】 振幅検出回路として、ロックインアンプを用いることを特徴とする請求項15記載の情報処理方法。

【請求項25】 任意の空間周波数が探針の走査面内方向掃引周波数に等しいことを特徴とする請求項15または24記載の情報処理方法。

【請求項26】 情報を処理するための記録媒体と、該記録媒体に対向して設けられた書き込み読み出しを行う複数のプローブ電極と、該複数のプローブ電極から該記録媒体へ電圧を印加する電圧印加手段と、該複数のプローブ電極から該記録媒体へ流れる電流を検出する電流検出手段と、該記録媒体と該複数のプローブ電極とを相対移動させる手段と、該複数のプローブ電極と該記録媒体に設けられたチルト機構によって該複数のプローブ電極面

(X" - Y"面) と該記録媒体表面 (X' - Y'面) との位置関係を調整できる第1の面合わせ手段と、該記録媒体と該複数のプローブ電極との相対的移動面即ち走査面 (X - Y面) と該記録媒体表面 (X' - Y'面) 及び又は該複数のプローブ電極面 (X" - Y"面) との位置関係を調整できる、チルト機構による第2の面合わせ手段とを少なくとも有する情報処理装置において、特定の該プローブ電極を上記第1及び又は第2の面合わせ用のセンサーとして用い、上記第1の面合わせ手段と上記第2の面合わせ手段により該複数のプローブ電極面 (X" - Y"面) 及び該記録媒体表面 (X' - Y'面) を走査面 (X - Y面) に対し各々平行関係に調整(面合わせ)することを特徴とする面合わせ方法。

【請求項27】 複数のプローブ電極が同一面内に1列に並んでいる情報処理装置において、前記複数のプローブ電極中の2本を用いて、該第1の面合わせ手段と該第2の面合わせ手段を用い面合わせを行なうことを特徴とする請求項26記載の面合わせ方法。

【請求項28】 2本のプローブ電極が1列中の両端にあることを特徴とする請求項27記載の面合わせ方法。

【請求項29】 複数のプローブ電極が同一面内にマトリックス状に並んでいる情報処理装置において、前記複数のプローブ電極中の3本を用いて、該第1の面合わせ手段と該第2の面合わせ手段を用い面合わせを行なうことを特徴とする請求項26記載の面合わせ方法。

【請求項30】 第1の面合わせ手段により面合わせを行い、次に第2の面合わせ手段により面合わせを行うことを特徴とする請求項26～29のいずれか1項に記載の面合わせ方法。

【請求項31】 第2の面合わせ手段により面合わせを行い、次に第1の面合わせ手段により面合わせを行うことを特徴とする請求項26～29のいずれか1項に記載の面合わせ方法。

【請求項32】 チルト機構が圧電素子により構成されていることを特徴とする請求項26記載の面合わせ方法。

【請求項33】 第1の面合わせ手段において、該記録媒体に対し特定の該プローブ電極が最初にトンネル領域に接近するように該プローブ電極を配置することを特徴とする請求項26記載の面合わせ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【産業上の利用分野】 本発明はプローブの走査面と記録媒体表面との傾きを補正する機構を有する走査型プローブ顕微鏡(以下STMと略す)を利用した情報処理装置、情報処理方法及び傾き補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 近年、情報化社会の発展につれ、大容量メモリの開発が行なわれている。最近では走査型トンネル顕微鏡(以下STMと略す)を用いた記録再生装置が登場してきた(例えば、特開昭61-80636号公報、米国特許第457

40 5822号明細書等)。G. Binningらによって開発されたSTM[G. Binning et al., Helvetica Physica Acta, 55, 726 (1982)]は、金属の探針(プローブ電極)と導電性試料との間に電圧を加えて両者の距離を1nm程度の距離にまで近づけるとトンネル電流が流れることを利用して試料の表面状態を観察する方法である。この電流は両者の距離変化に非常に敏感であり、トンネル電流を一定に保ちながら試料上を走査せしめ上記探針-試料間の距離の変化を測定するか、若しくは係る距離を一定に保ちながら走査せしめた時のトンネル電

流の変化を測定することにより、試料の表面状態を知ることができる。この時の面内方向分解能は0.1nm程度である。従ってSTM技術を応用すれば原子オーダー(サブナノメートル)での高密度記録再生が可能とされる(例えば特開昭63-204531号公報、同63-161552号公報や同63-161553号公報等参照)。一方STM技術の発展により、トンネル電流に限定されない、他の探針と試料間の距離に依存する種々の相互作用を検出しながら探針を試料表面上走査させることによって、試料の表面状態を測定する技術(いかSXMと表す)が次々と提案されてきている。SXMを利用する場合においてもSTMを利用する場合と同様、高密度記録再生が可能とされている。

【0003】以上述べたように原理的にはSXM技術を利用することによって、高密度記録再生が達成される筈であるが、その実現には様々な問題点がある。以下、STMを例としてSXMにおける問題点を挙げることにする。

【0004】第1に探針は記録媒体表面と平行に走査させることが必要である。この条件が満たされていない場合、即ち記録媒体が傾いて試料台に載っている場合には、観察された表面形状が歪んだり、或いは探針が記録媒体表面に衝突したり、或いは逆に記録媒体表面から離れすぎて制御不能となる可能性がある。走査範囲(情報の記録に用いられる領域)が比較的小さく、記録媒体の傾きによってもたらされる探針の垂直方向(以後Z軸方向と記す)の動き量が探針のZ軸方向微動制御範囲内(例えば1μm以下)にある場合には、電気的フィルタを用いて上記探針の動き量から記録媒体表面の実際の構造に起因する探針動き量のみを分解することができ、事実STM装置には種々の周波数成分を除去するフィルタが搭載されている。また特開平2-147803号公報には係る問題を解決するため試料を回転できる機構を具備したSTM装置が提案されている。しかしながら、これらの方法に因っては、記録領域が十分に大きかったり或いは記録媒体が大きい場合において、記録媒体の傾きによって強制的にもたらされる探針のZ軸方向移動量が、該探針の制御範囲を越えてしまうことがありえる。また仮に探針のZ軸方向移動量がその制御範囲を越えていない場合であっても、探針の走査面(以後これをX-Y面と記す)方向と記録媒体面内(以後これをX'-Y'面と記す)方向が平行でない限り、探針のX-Y面方向の移動距離とX'-Y'面上の実空間距離との間に差が生じる。故にX-Y面とX'-Y'面との不一致(非平行)は記録再生の精度を低下させる場合が起こるという問題が生ずる。

【0005】第2にSTMを利用した記録再生方式においては、探針と記録媒体との間の距離をサブミクロンの精度を以って制御することが必要不可欠である。この際の距離制御には通常圧電体が用いられているが、その動

作速度は1MHz程度が限界であり、従って画像情報等の高い転送速度を要求される記録再生にSTM技術を用いようとする、複数の探針を用いざるをえない。例えば特開昭62-281138号公報には、複数の探針(マルチプローブ)を用いることで、記録再生速度を向上せしめることが提案されている。この場合、第1に挙げた理由によって全ての探針の走査面が記録媒体表面と平行になるように調節されていることが望ましいが、そのための具体的な方法は未だ提案されていない。

10 【0006】本発明の目的はSXMを利用した情報処理装置のうち、特に複数の探針を有する情報処理装置において情報処理精度を高めるために、各探針の走査面(X-Y面)と試料面(X'-Y'面)とをできる限り平行にするように制御する機構を有する情報処理装置、情報処理方法および探針の走査面及び又は試料面の傾き補正(面合わせ)方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段及び作用】上記の目的は、以下の本発明によって達成される。

20 【0008】即ち本発明の情報処理装置及び情報処理方法は、SXMを利用した情報処理装置において、試料台面を傾斜せしめるX-Y軸傾斜機構とを具備することによって達成される。ここでX-Y軸傾斜機構の具体例としてはX-Y軸傾斜ステージ若しくはX-Y軸ゴニオステージを利用するのが好ましい。この場合、探針を試料上走査させるに当って係る走査は相対的なものであるので、(1)探針自体が走査できるか、(2)試料台が走査できるか、あるいは(3)両者が、互いに独立に走査できるかの何れの方法であってもよい。但し(3)の場合、探針自体の走査方向と試料台の走査方向(X-Y方向)とは予め平行になる様に設定されている。更に探針を仮に記録媒体表面上走査せしめ、この際の走査面と垂直な方向(Z軸方向)の探針の動きにより走査面(X-Y面)と記録媒体表面(X'-Y'面)との傾き量を検出する機構と、かかる傾き量が最小になるように前述のX-Y軸傾斜機構を駆動制御する手段、即ち探針を走査させることによって得られた表面状態または記録情報に対応する信号成分のうち任意の空間周波数を有する信号成分の振幅を検出する振幅検出回路と、かかる振幅を0

30 【0009】また本発明の面合わせ方法によれば、SXMの原理を用いた又は応用した情報処理装置において、記録媒体表面(X'-Y'面)と複数のプローブ電極面(X''-Y''面)との面合わせ、及び走査面(X-Y面)に対する記録媒体表面(X'-Y'面)の面合わせを第1、第2の面合わせ手段で行うことで、複数のプロ

40 若しくは出来る限り小さな値になるようにX-Y軸面を傾斜させる駆動機構を制御するフィードバック回路も有している。更には、複数の探針と、かかる複数の探針と記録媒体表面との距離を探針各々について独立に調整出来る距離調整機構も有している。

【0009】また本発明の面合わせ方法によれば、SXMの原理を用いた又は応用した情報処理装置において、記録媒体表面(X'-Y'面)と複数のプローブ電極面(X''-Y''面)との面合わせ、及び走査面(X-Y面)に対する記録媒体表面(X'-Y'面)の面合わせを第1、第2の面合わせ手段で行うことで、複数のプロ

ープ電極と記録媒体表面（X' - Y'面）の高速アクセスが可能となる。更に詳しくは、複数のプロープ電極の特定の電極を上記第1及び第2の面合わせ用のセンサーとして用い、記録媒体表面（X' - Y'面）と複数のプロープ電極面（X" - Y"面）の面合わせ、及び走査面（X - Y面）に対する記録媒体表面（X' - Y'面）の面合わせを行い、複数プロープ電極面（X" - Y"面）と記録媒体表面（X' - Y'面）を走査面（X - Y面）に対し各々平行関係に調整（面合わせ）をする。このようにすることで、情報処理中のプロープ電極の記録媒体表面に垂直な方向の動きを行わない、或は少々行うだけで、複数のプロープ電極と記録媒体表面の高速アクセスが可能となる。

【0010】以下、S XMのうちSTMを例として、本発明を説明する。

【0011】

【実施例】以下本発明の実施例について述べる。

【0012】実施例1

まず本発明の情報処理装置における走査面（X - Y面）と試料表面（X' - Y'面）との傾き量を検出する機構をSTMを利用した情報処理装置を例として説明する。

【0013】図1はSTMを利用した情報処理装置の一例をブロック図として表したものである。図1中、簡単にするため探針の数は最小の2個としてある。すなわち、プロープユニット101及び102であるが、これよりプロープユニットの数が多くても一向に構わない。各プロープユニット中、1は探針としてのプロープ電極であり、導電性を示す材料であれば何でもよく、例えばAu, W, Pt, Pt-Ir合金、Pt-Rh合金、PdコートAu, PdコートW, Ag, WC, TiC等が用いられる。プロープ電極1の先端は出来るだけ尖っていることが望ましく、本実施例においては1mmのWを電界研磨法を用いて先端を尖らせた後、Pdを1000Åにコート（蒸着）したものを用いているが、プロープ電極1の作成方法はこれに限定されるものではない。記録媒体2はX-Yステージ3及び該X-Yステージ3上に設けられたX-Y軸傾斜機構4からなる試料台上に設置される。X-Yステージ3はX-Y粗動機構5及びX-Y粗動駆動回路6を介してマイクロコンピュータ8によって駆動制御することができる。X-Y軸傾斜機構4も同様にX-Y軸傾斜駆動回路7を用いて制御することができる。

【0014】プロープユニット101, 102中、10はプロープ電極1をX-Y方向に走査させる為のX-Y方向微動機構であり、本発明ではスタック・ピエゾ素子を用いているが、Åオーダーの微小な移動が精度よくできるアクチュエーターであれば何でもよく、スタック・ピエゾ素子に限定されるものではない。かかるX-Y方向微動機構10はX-Y方向走査駆動回路11によって制御される。プロープ電極1の走査方向であるX-Y方

向とX-Yステージ3のX-Y方向は一致（平行）するようによめ調整してある。従って各プロープ・ユニット101, 102間のX-Y方向も互いに一致している。

図1ではプロープ電極1は各々X-Y方向の走査に関して独立に制御できるようになっているが、図2に示すように各プロープ電極1がX-Y方向に関して連動して動くようになっていても良い。勿論この場合においても、プロープ電極1の走査方向とX-Yステージ3のX-Y方向とは平行となるように予め調整されている。プロー

10ブユニット101, 102中、12はプロープ電極1をZ軸方向に微動させるためのZ方向微動機構で、本発明ではやはりスタック・ピエゾ素子を用いているが、これに限定されるものではない。Z方向微動機構12は各プロープ電極1ごとに必要であり、サーボ回路13によって各々独立に位置制御される。

【0015】14はプロープ電極1と記録媒体2との間にバイアス電圧（以下V<sub>b</sub>と表す）を印加するバイアス電圧印加部で、この時プロープ電極1と記録媒体2との間に流れるトンネル電流（以下J<sub>t</sub>と表す）を検出し増幅するのがトンネル電流增幅部15である。検出される

20J<sub>t</sub>が適当な値となるように、サーボ回路13を用いてプロープ電極1の高さ（Z軸方向のプロープ電極1と試料との距離）が調節される。18は情報の記録或いは消去に用いられるパルス電源である。以上の機構を用いてプロープ電極1を試料上走査させて記録媒体2の表面状態を観測（再生）する場合、（1）検出されるJ<sub>t</sub>が一定となるようにプロープ電極1の高さを制御し、係るプロープ電極1の高さ変化量を測定する方法（以下電流一定モードと表す）と、（2）プロープ電極1の高さを一定値に固定して走査させた時のJ<sub>t</sub>の変化量を測定する方法（以下高さ一定モードと表す）の2通りがある。

（1）のモードを選択した場合には、プロープ電極1の高さ（必ずしも絶対値である必要は無い）をプロープ電極高さ検出部16を用いて検出したのち、分波器17によって試料表面の凹凸や電子状態の変化に基づく高さ成分と試料の傾きによってもたらされた成分とに分離され、後者はX-Y軸傾斜制御機構7へフィードバックされてかかる成分がほぼ0（即ち振幅がほぼ0）になるよう試料台上的記録媒体2の傾きが補正される。今、記録

40媒体2として高配向グラファイト（以後HOPG）を用い、簡単のため一軸（X軸）方向のみを補正する場合を具体的に説明する。

【0016】V<sub>b</sub>を1VとしJ<sub>t</sub>が1nAになるようにプロープ電極1をHOPG上X軸方向に沿って走査させた場合のプロープ電極1の高さ（Z軸方向）の変化を示すと、HOPGを構成する炭素原子の配列に対応して図3の様な結果が得られる筈である。X軸方向が必ずしもHOPGの結晶方位に沿うとは限らないので、図3における周期構造のピッチが格子間距離に常に一致する訳ではないが、概ね3Å以内である。また高さ（Z軸）方向の

変化量は数Åである。以上は記録媒体2表面がX軸に対して平行な場合であって、もし傾いている場合には記録媒体2表面(X'軸)とX軸とが成す角をθとして、プローブ電極1のZ軸方向変化は図4の様になる。即ち原子の周期構造に由来する高さ変化に、記録媒体2の傾きに由来する高さ変化が重畠してしまう。このままでは再生像として扱いにくいので、通常、電気的フィルタを用いて低周波成分(記録媒体の傾きに由来する信号)をカットし原子の周期構造に基づく信号を取り出す。しかしながら記録媒体2が傾いている場合に、プローブ電極1をX軸に沿って距離x走査させると記録媒体2表面上ではX'軸に沿って $x' = x / \cos \theta$ の長さに渡って走査することになるから、得られたプローブ電極高さ信号から低周波成分をカットすると距離x'の間の情報が距離xに圧縮されてしまう。従って距離寸法精度が悪く、情報処理領域が大きくなればなるほど実空間と走査距離との差は拡大する。更にはx点での試料の傾きに由来するプローブ電極1のZ軸方向の総変位量は $z = x \tan \theta$ となるが、記録媒体2の傾きが大きくてzがプローブ電極1のZ軸方向微動範囲を越える場合、連続的な情報処理は不可能である。そこで本発明では、プローブ電極高さ信号(或いはJ<sub>z</sub>を一定に保つためにサーボ回路13にフィードバックされる電気信号)を分波器17を用いて任意の周波数領域を含む複数の周波数帯に分割する。その中から記録媒体2の傾きに由来する周波数(通常最も低周波)を選択し、係る周波数の振幅ができるだけ0になるようにX-Y軸傾斜制御機構7を用いて記録媒体2の傾きを補正する。すなわち、今プローブ電極1を一定の区間について電流一定モードを用いて往復走査すると、プローブ電極1の走査用の信号は図5に示される。この際のプローブ電極1のZ軸方向の変位量を併せて図5に示す。記録媒体2の傾きに由来する信号成分の周波数はプローブ電極走査用信号のそれと同期している。但し記録媒体2の傾きの方向によっては、破線で示すように位相が180°ずれることもある。最初の走査は情報処理領域の大きさに合わせて適当な距離について行えばよく、記録媒体2の傾き補正の為の走査、並びにX-Y軸傾斜制御機構7へのフィードバックは必要に応じて複数回行っても良い。以上の操作をY軸に関しても行えば、記録媒体表面(X'-Y'面)とプローブ電極走査面(X-Y面)とは平行になる。然る後得られるプローブ電極高さ変化信号はX-Y方向の位置寸法精度に極めて優れたものとなる。

【0017】つぎに(2)の高さ一定モードを選択した場合に記録媒体2が傾いていると、プローブ電極1が記録媒体2から離れすぎて、もはやJ<sub>z</sub>を検出することが不可能となるか、若しくはプローブ電極1が記録媒体2に接触するかのどちらかである。通常この様な事態を避けるために、たとえ高さ一定モードであっても検出されたJ<sub>z</sub>の値が一定の範囲内になるようにサーボ回路13

にフィードバックされていてプローブ電極1の高さはゆっくりと変化させている場合が多い。しかし、この場合においても上記の信号処理によって、やはり寸法精度が低下する恐れが強い。またフィードバックのためには演算処理しなければならないが、このため情報の再生速度の低下をもたらす。更には情報処理領域が大きい場合に寸法誤差がより大きくなる点やプローブ電極1のZ軸方向微動範囲を越えての補正が不可能である点も(1)の電流一定モードを用いる場合と同様の問題が生ずる。故に走査に伴うJ<sub>z</sub>の変化信号(通常かかる信号をトンネル電流增幅部15を用いて増幅した信号)を(1)と同様に、分波器17を用いて任意の周波数領域を含む複数の周波数帯に分割する。その中から記録媒体2の傾きに由来する周波数(通常最も低周波)を選択し、係る周波数の振幅ができるだけ0になるようにX-Y軸傾斜制御機構7を用いて記録媒体2の傾きを補正する。最初の走査は希望する情報処理領域の大きさに合わせて適当な距離について行えばよく、記録媒体2の傾き補正の為の走査、並びにX-Y軸傾斜制御機構7へのフィードバックは必要に応じて複数回行っても良い。以上の操作をY軸に関しても行えば、記録媒体表面(X'-Y'面)とプローブ電極走査面(X-Y面)とは平行になる。然る後得られるJ<sub>z</sub>変化信号は記録媒体面内(X-Y方向)の寸法精度に極めて優れたものとなる。

【0018】以上述べてきたように、記録媒体2表面の状態に対応する信号(情報の再生信号)を任意の周波数に分波し、更に分波された信号成分の振幅を調べることが必要であるが、かかる操作にはロックインアンプを利用しても良い。即ち分波器17はロックインアンプであってもよい。ロックインアンプにおいては、入力信号(ここでは試料の表面状態に対応する信号)中の任意の周波数の信号成分の振幅を調べることができる他、参照とする信号を入力し、係る参照信号の周波数を持つ入力信号成分の振幅を調べることが出来る。従って、参照信号として探針の掃引信号を用いれば、より簡単に記録媒体2の傾きの程度を知ることが出来る。

【0019】次に、X-Y軸傾斜機構4について説明する。X-Y軸傾斜機構4としては微細かつ精密に試料の傾きを2軸制御できる機構であればどのようなものを用いても構わないが、X-Y軸傾斜ステージ若しくはX-Y軸ゴニオメータを用いるのが簡便である。前者は3点支持のステージであって支持点の内、少なくとも2点の長さ(支持面とステージとの間の距離)が可変であり、かかる長さを適宜調節することによってステージ面の傾きを変えることができる。支持点の長さを変えるには、マイクロメーターヘッド等を用いた機械的な方法の他、圧電素子を利用してても良い。後者の方が可変量は少ないがより微細な制御が可能であり好ましい。但し情報処理領域が非常に広範囲である場合等では前者の使用が好ましいこともある。更にはてこを用いてX-Y軸傾斜ステ

ージにおける変位量を拡大した上で、適当なアクチュエーターを用いて制御するのも非常に好ましい方法の1つである。X-Y軸ゴニオメータはステージの傾斜回転が可能なゴニオメータを2つ組み合わせて、2軸の傾斜回転を可能としたものである。

【0020】以上述べてきた操作により、記録媒体2表面とプローブ電極1の走査方向(X-Y方向)とは平行な位置関係となる。次に一定のV<sub>b</sub>のもと、J<sub>t</sub>が任意設定値(例えば0.1nA)になるように、全てのプローブユニットのプローブ電極1について調整を行う。この際のプローブ電極1のZ軸方向の位置を各々原点として設定する。かかる操作により各プローブ電極1を介して得られる情報の再生信号、及び情報の記録或いは消去の為に各プローブ電極1を介して記録媒体2に加えられるパルス電圧信号は全て同等のものとなる。以上の一連の操作を図6を用いて、今一度順を追って簡単に説明する。今n(nは2以上の自然数)個のプローブユニット、101, 102, 103, 104, …, 10nがあるとする。図6(a)の如く各プローブユニット10nのプローブ電極1と記録媒体2との距離d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, d<sub>4</sub>, … d<sub>n</sub>は、記録媒体2の傾き及びプローブ電極1の長さのばらつきにより一定しない。先ずプローブユニット10nのうち任意の1個(101とする)を記録媒体2上の任意の区間走査し、この時得られる表面状態の再生信号を用いて図6(b)の如く記録媒体2の傾きを補正し、プローブ電極1の走査方向(X-Y方向)と記録媒体2表面とが平行になるようにする。この際のプローブ電極1の走査距離は、出来るだけ情報処理領域の大きさに一致していることが望ましいが、上記の傾き補正操作を行いつつ少しづつ走査区間を長くしていくてもよい。実際、記録媒体2の傾きが激しい場合等では、そうせざるを得ない場合もある。最後に図6(c)の如く全てのプローブユニット10nについて、プローブ電極1と記録媒体2との距離を一旦等しく調節し、かかる時点におけるプローブ電極1のZ軸方向の位置を各々原点として設定する。ここで記録媒体2の傾き補正を省略して、いきなりプローブ電極1のZ軸方向位置補正を行った場合には、偶然記録媒体2が傾いていない場合を除いて、プローブ電極1走査時、即ち情報の記録・再生・消去操作によって何れかのプローブ電極1が記録媒体2と衝突したり、離れすぎるといった問題が生ずる。また以上の問題を避けるためにフィードバック制御を行う場合においては、情報処理速度の低下のみならず、X-Y方向の位置に関する誤差が大きくなるため、情報処理に関する誤り率が上昇してしまう。

【0021】以上STMを例として本発明の作用について述べてきたが、本発明は単に各点でのJ<sub>t</sub>を測定する場合だけではなく、各点でのd J<sub>t</sub> / d V<sub>b</sub>を測定する走査型トンネル分光法(STS)を利用する情報処理装置或いは情報処理方法に対しても有効であるのはいうまで

もない。また探針及び試料の駆動機構がSTMと同様である他のSXM、例えば探針と試料との間に働く原子間力を測定し、その大きさを一定にするようにフィードバックをかけて試料表面の構造を得る走査型原子間力顕微鏡(AFM)、AFMにおける探針をFeやNi等の強磁性体、またはこれらを他の材料で作成した探針上にコートィングしたものに替えて試料上の局所的な磁力を測定する走査型磁力顕微鏡(MFM)、マイクロビペット電極を探針として用いて電解質溶液中の試料表面構造を

10 イオン伝導度の変化から測定する走査イオンコンダクタンス顕微鏡(SICM)、探針を超音波振動させて試料表面で反射して探針に戻って来る超音波の振幅や位相の変化を利用するか或いは、超音波振動する探針と試料表面に働く原子間力の強さに応じて試料内に発生する音響波を測定して試料の表面構造を測定する走査型音響顕微鏡(STUM又はSTAM)、或いは光の波長より小さい直径のピンホールを有する光学探針を用い、外部光源で試料を照射した時に生ずる試料表面に生じたエバネッセント光を上記光学探針で検出して試料の表面構造を知る走査型近接場光学顕微鏡(NSOM)等を利用した情報処理装置或いは情報処理方法についても応用可能である。

【0022】また一度記録媒体2表面と探針の走査面とを平行にしたのちは、走査中に探針が記録媒体2に衝突したり、或いは探針のZ方向の位置を補正する操作が軽減できるので、結果的に情報処理の高速化が可能となり、加えて記録ビットの位置に対する精度が大幅に向上するので、記録・再生・消去を精度よく行うことが可能となる。

30 【0023】本発明においては、これに用いられる記録媒体2についての規制はないが、例えばSTMを利用した情報処理装置、並びに情報処理方法においては、記録媒体2として特開昭63-161552、同一161553公報等に記載されている電気メモリ効果を持つ薄膜、例えば、π電子系有機化合物やカルコゲン化合物からなる記録層を導電性基板上に堆積したものを用いることも出来る。これらの記録媒体を用いた場合には、探針と導電性基板との間に或るしきい値以上の電圧を印加することによって、探針直下の記録層の導電性に局所的な変化を生じさせて記録を行う。また係る記録部位は或るしきい値以上の電圧を加えることによって、消去できる、即ち導電性を元の状態に戻すことが出来る。記録の再生時においては、上記の記録や消去が起るしきい値以下のプローブ電圧を用いて、記録部と非記録部とのJ<sub>t</sub>の差異を検出することによって行う。

【0024】また記録媒体2として、或るしきい値以上の電圧を印加するとその表面が局所的に溶融または蒸発して、表面状態が凹または凸に変化する材料、例えば、Au, Pt等の金属薄膜を用いても良い。何れにせよこれら記録媒体2の表面はトラッキングの為に人為的に設

けられた凹凸を除いて、出来る限り平滑であることが望ましい。

【0025】他のSTM技術を用いて情報処理を行う場合、一般に再生はともかく記録することが若干困難である。そのため記録時においては電気的にこれを行う、即ちSTMを用いるか、或いは探針を直接記録媒体2に衝突させて機械的形状変化を用いて記録を行うのが簡単である。

#### 【0026】実施例2

図1に示すSTMを利用した情報処理装置を用いて、記録再生実験を行った。プローブ電極1としては0.3mm $\phi$ のAuをHC1中で電界研磨したものを用いている。X-Y軸傾斜機構4として図7に示すX-Y軸傾斜ステージを用いた。図7においてステージ21は基準面22上3点支持されており、かかる支持点の内2点23及び24は圧電素子で出来ており、基準面22とステージ21との間の距離をÅオーダーで変化させることができる。残る1つの支持点25は点接触するように作られており、圧電素子の動きに対してステージが自由に動く（傾く）のを妨げないようになっている。3つの支持点は基準面22上正三角形の頂点の位置に配置されており、かつ支持点25と圧電素子を用いた支持点の内のひとつ23とは、X-Yステージ3のX軸方向と平行になるように配置されている。

【0027】記録媒体2として劈開したマイカ上に厚さ5000ÅにAuを蒸着（基板温度450℃）したもの用いた。

【0028】上記Auでできた記録媒体2をX-Y軸傾斜ステージ上に設置した後、V<sub>b</sub>を100mV（プローブ電極バイアス）としてJ<sub>t</sub>が0.1nAになるようにプローブユニット101のプローブ電極1をZ方向微動機構12を用いて記録媒体2に近づけた。つぎにかかるJ<sub>t</sub>が一定になるようにプローブ電極1の高さをサーボ回路13を用いて制御しながら（即ち電流一定モード）、X軸方向にプローブ電極1を長さ500μmに渡って10Hzの掃引周波数で往復走査させた。その時サーボ回路13を介してZ方向微動機構12に加えられた電圧信号波形を図8に示す。この信号をロックインアンプ17を介して周波数10Hz以下のものとそれ以上のものとに分離した。次にプローブユニット101のプローブ電極1の掃引を引き続き行なが、前記周波数10Hz以下の信号成分がほぼ0になるように支持点23の高さを調節した。

【0029】同様にしてプローブユニット101のプローブ電極1をY軸方向に10Hzの掃引周波数で掃引し、その時にZ方向微動機構12に加えられた電圧信号のうち、10Hz以下の周波数成分がほぼ0になるように支持点24の高さを調節した。

【0030】次にプローブユニット101及び102の両方について、V<sub>b</sub>=100mV, J<sub>t</sub>=0.1nAにな

るよう各々Z方向微動機構12を用いて、プローブ電極1と記録媒体2との間の距離を制御し、かかる時点でのプローブ電極1のZ軸方向の位置を各々原点に設定した。以上の操作を行った後に記録媒体2上の任意の位置（かかる位置を以下A点と表す）において、プローブユニット101のプローブ電極1の高さを一定に保った状態でパルス電源18を用いて+4.0V, パルス幅300nsecの電圧を印加した。その後かかる電圧印加点を中心に300Å角の領域を電流一定モードで観察したところ、100Åφ, 高さ20Åの突起物が形成されており記録が行なわれていることが確かめられた。次にかかるA点からX方向に50μm離れた位置（以下B点と表す）において同様の方法を用いて情報の記録を行った。その後同様の方法を用いてB点よりY方向に50μm離れたC点、更にかかるC点からX方向に-50μm離れたD点において順次記録が問題なく行えることを確かめた。次にD点からY方向に-50μm離れた位置にプローブ電極1を移動させたところ、その位置に既に記録が行なわれていることが確かめられた。即ちプローブ電極1は正しく元のA点に戻っており、位置制御の寸法精度が非常に高いことが判った。更に同様の実験をプローブユニット102を用いて行ったところ、プローブユニット101を用いた場合と同様に、位置制御に優れた情報の記録再生が可能であることが確かめられた。またプローブユニット101と102を同時に用いて情報の記録再生を行ったところ、独立に用いた場合と同じく、位置制御の寸法精度に優れていることが確かめられた。

#### 【0031】実施例3

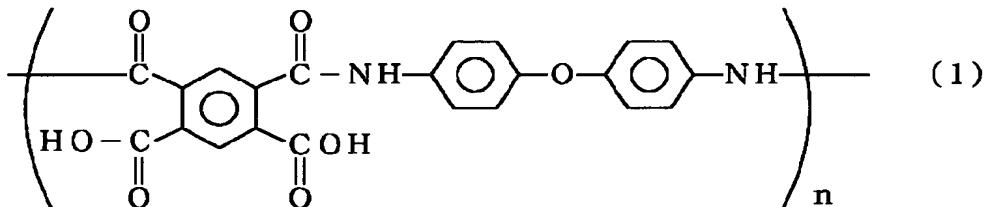
実施例2と同様に図1に示すSTMを利用した情報処理装置を用いて、記録再生実験を行った。以下実施例2との相違点について記す。プローブ電極1としては0.3mm $\phi$ のWを電界研磨した後にPdを厚さ1000Åに蒸着したものを用いた。

【0032】記録媒体2として劈開したマイカ上に厚さ2500ÅにAuを蒸着（基板温度450℃）した電極基板上に、6層のポリイミド（以下PIと表す）ラングミュア・プロジェット（以下LB）膜を積層したものを用いた。以下、PI-LB膜の作成方法について述べる。

【0033】（1）に示すポリアミック酸をN,N-ジメチルアセトアミド溶媒に溶解させた（単量体換算濃度1×10<sup>-3</sup>M）後、別途調製したN,N-ジメチルオクタデシルアミンの同溶媒による1×10<sup>-3</sup>M溶液とを1:2(v:v)に混合して（2）に示すポリアミック酸オクタデシルアミン塩（以下PAADと表す）溶液を調製した。係るPAAD溶液を水温20℃の純水からなる水相上に展開し、溶媒蒸発除去後、表面圧を25mN/mにまで高めてPAADの水面上単分子膜を形成した。係る表面圧を一定に保ちながら、前述したAu電極基板を水面を横切る方向に速度5mm/minで静かに

浸漬した後、続いて同じ速度で静かに引き上げて2層のPAAAD-LB膜を形成した。更にかかる操作を繰り返して、6層のPAAAD-LB膜を作成した。

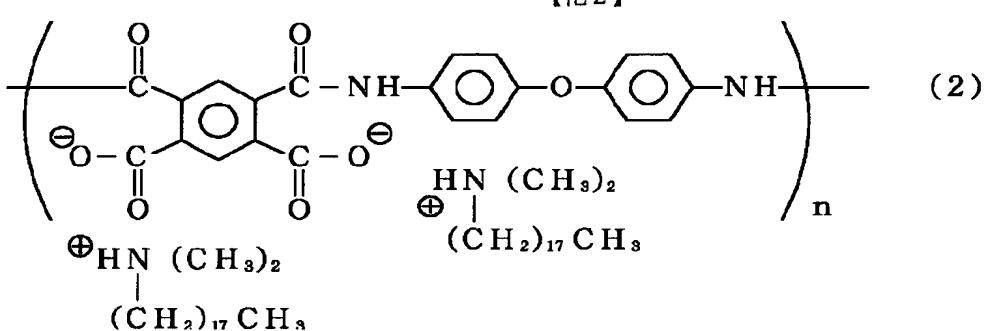
【0034】次にかかるPAAADの6層LB膜を積層したエピタキシャルAu基板を300°Cで10分間の熱処\*



\*理を行い、PAAADをイミド化し(3)6層PI-LB膜を得た。以上により作成された記録媒体2を用いて記録・再生の実験を行った。

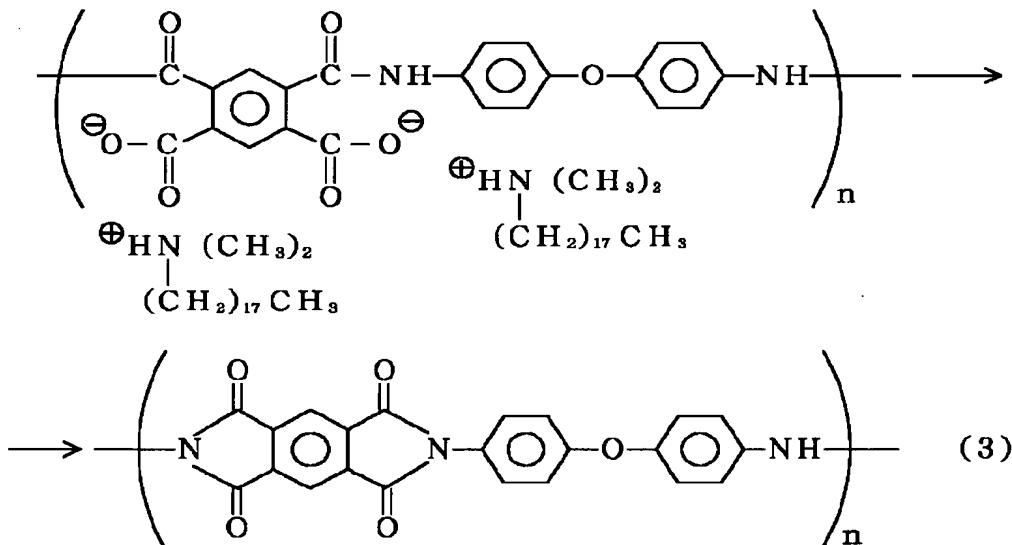
【0035】

【化1】



【0037】

【化3】



上記PI-LB膜を6層積層したエピタキシャルAuでできた記録媒体2をX-Yステージ3上に設置した後、V<sub>b</sub>を300mV(プローブ電極バイアス)としてJ<sub>r</sub>が0.1nAになるようにプローブユニット101のプローブ電極1をZ方向微動機構12を用いて記録媒体2に近づけた。つぎにかかるJ<sub>r</sub>が一定になるようにプローブ電極1の高さをサーボ回路13を用いて制御しながら(即ち電流一定モード)、X軸方向にプローブ電極1を長さ500μmに渡って10Hzの掃引周波数で往復走査させた。その時サーボ回路13を介してZ方向微動機

※構12に加えられた電圧信号波形は図8と同様のものであった。この信号をロックインアンプ17を介して周波数10Hz以下のものとそれ以上のものとに分離した。次にプローブユニット101のプローブ電極1の掃引を引き続き行いながら、前記周波数10Hz以下の信号成分がほぼ0になるように支持点23の高さを調節した。

【0038】同様にしてプローブユニット101のプローブ電極1をY軸方向に10Hzの掃引周波数で掃引し、その時にZ方向微動機構12に加えられた電圧信号のうち、10Hz以下の周波数成分がほぼ0になるよう

に支持点24の高さを調節した。

【0039】次にプローブユニット101及び102の両方について、 $V_b=300\text{ mV}$ 、 $J_r=0.1\text{ nA}$ になるように各々Z方向微動機構12を用いて、プローブ電極1と記録媒体2との間の距離を制御し、かかる時点でのプローブ電極1のZ軸方向の位置を各々原点に設定した。以上の操作を行った後に記録媒体2上の任意の位置（かかる位置を以下A点と表す）において、プローブユニット101のプローブ電極1の高さを一定に保った状態でパルス電源18を用いて図11に示すパルス電圧を印加した。その後かかる電圧印加点を中心に $300\text{ \AA}$ 角の領域を高さ一定モードで観察したところ、かかる操作によりパルス印加点を中心に $50\text{ \AA}$ に渡って $J_r=3\text{ nA}$ となり、PI-LB膜が $J_r=0.1\text{ nA}$ である高抵抗状態（OFF状態と記す）から低抵抗状態（ON状態と記す）に遷移して記録が行なわれたことが確かめられた。次にかかるA点からX方向に $50\text{ \mu m}$ 離れた位置（以下B点と表す）において同様の方法を用いて情報の記録を行った。その後同様の方法を用いてB点よりY方向に $50\text{ \mu m}$ 離れたC点、更にかかるC点からX方向に $-50\text{ \mu m}$ 離れたD点において順次記録が問題なく行えることを確かめた。次にD点からY方向に $-50\text{ \mu m}$ 離れた位置にプローブ電極1を移動させたところ、その位置に既に記録が行なわれていること（ON状態）が確かめられた。即ちプローブ電極1は正しく元のA点に戻っており、位置制御の寸法精度が非常に高いことが判った。

【0040】更に同様の実験をプローブユニット102を用いて行ったところ、プローブユニット101を用いた場合と同様に、位置制御に優れた情報の記録再生が可能であることが確かめられた。またプローブユニット101と102を同時に用いて情報の記録再生を行ったところ、独立に用いた場合と同じく、位置制御の寸法精度に優れていることが確かめられた。

【0041】また記録点（ON状態領域）にプローブ電極を移動せしめた後に、図10に示すパルス電圧を印加したところ、記録が消去されてOFF状態に遷移して $J_r=0.1\text{ nA}$ に戻ることが確かめられた。

#### 【0042】実施例4

実施例2においてプローブユニット101及び102に換えて、図11に示すマルチカンチレバーによる探針を用いた他は実施例2と全く同様にして記録再生実験を行った。

【0043】以下マルチカンチレバー探針について述べる。40はシリコン基板であってかかる基板上にカンチレバユニット31、32及び33が形成されている。シリコン基板40はX-Y方向微動機構10によってX-Y方向に走査可能である。各カンチレバユニットはカンチレバー41とその先端に設けられたプローブ電極としての電極チップ42を有している。各電極チップ4

2はカンチレバー41によってZ軸方向、即ち記録媒体2との間の距離を各々独立に制御することが出来る。カンチレバー41は金属電極とZnO誘電体の積層構造からなる幅 $50\text{ \mu m}$ 、長さ $300\text{ \mu m}$ の圧電体バイモルフであり、以下にその作成方法を図12を用いて説明する。

【0044】先ず図12(a)の如くシリコン基板40表面に絶縁膜として膜厚 $500\text{ nm}$ の窒化シリコン膜51を高周波スパッタにより形成した。次に図12(b)10～図12(e)の如くフォトリソ工程を経て該窒化シリコン膜51に開口部52（幅 $1\text{ \mu m}$ ）を設けた後、Crを下引き層としたAuからなる下地電極53、高周波数スパッタによって形成されたZnO層（膜厚 $1.2\text{ \mu m}$ ）54、Au-Znからなる中間電極55、前述の方法と同様にして作成されたZnO層（膜厚 $1.2\text{ \mu m}$ ）56、Auからなる上部電極57を順次積層した。更に以上の様にして作製したバイモルフ素子全体を、図12(f)の如くスパッタ法により堆積した窒化シリコン膜からなる保護層58で被覆した後に、蒸着Auで構成される円錐状の突起を有する電極チップ42の形成を行った。続いてKOH水溶液をエッチャントとしてシリコン基板40の異方性エッティングを行い、開口部52に孔43を開けた。

【0045】以上の様にして作製したマルチカンチレバ一探針を用い、実施例2と全く同様にして記録再生を行ったところ、位置制御の寸法精度に優れていることが確かめられた。

#### 【0046】実施例5

実施例3におけるX-Y軸傾斜ステージに代えてX-Y30軸ゴニオステージをX-Y軸傾斜機構4として用いた他は、実施例2と全く同様にして記録再生実験を行ったところ、位置制御の寸法精度に優れていることが確かめられた。

#### 【0047】実施例6

図13は本発明の面合わせ方法を使用できる情報処理装置の特徴をもつとも良く表す図であり、同図において1はマイクロメカニクス技術で作成された複数のプローブ電極、62は複数のプローブ電極をチルト機構にセットするためのプローブ電極アタッチメント、63は複数の40プローブ電極の傾きを変えるチルト機構、64は複数のプローブ電極をZ方向に微動・粗動させるZ方向微動・粗動機構である。2は記録媒体で、91はガラスを研磨して得られた基板、92は基板51の上にCr（下引き層）とAuを真空蒸着法により形成した下地電極、93はグラファイト（HOPG）の記録層である。記録層93は下地電極92の上に導電性接着剤で接着され、記録層93表面の情報処理領域は劈開により原子オーダーで平滑になっている。66は記録媒体2の傾きを変えるチルト機構、67は記録媒体2をXY方向に微動・粗動させるXY方向微動・粗動機構である。68は情報処理裝

置との接続を行なうインターフェースであり、書込み読出し情報の入出力、ステータスの出力、制御信号の入力、アドレス信号の出力を行なう。80は情報処理装置内の各ブロック間の相互作用の集中制御を行なう制御回路、81は書込み読出し情報(データ)を制御回路80からの指示により書込んだり読出したりする書込み読出し回路、82は書込み読出し回路からの指令信号で複数のプローブ電極1と記録媒体2との間に書込み用のパルス状電圧を印加してデータを書込んだり、読出し用の電圧を印加するバイアス回路、83は記録・再生時に複数のプローブ電極1と記録媒体2との間に流れる電流を検出するトンネル電流検出回路、84は制御回路80などの指示によりトンネル電流検出回路83や位置検出回路88の信号を基に複数のプローブ電極1や記録媒体2の位置を決定する位置決め回路、85は位置決め回路84からのサーボ信号を基に複数のプローブ電極1や記録媒体2の位置をサーボするサーボ回路、86はサーボ回路85の信号に従い複数のプローブ電極1のZ方向微動・粗動機構64を駆動するZ方向駆動回路、87はサーボ回路85の信号に従い記録媒体2のXY方向微動・粗動機構67を駆動するXY方向駆動回路、89はサーボ回路85の信号に従いチルト機構63、66を駆動するチルト機構駆動回路、90は複数のプローブ電極1を記録媒体2に接近させる際に用いるプローブ電極1に流れるトンネル電流を検出するトンネル電流検出回路である。本図面では制御回路80、書込み読出し回路81、バイアス回路82、トンネル電流検出器83は1つしか記載されていないが、実際には複数のプローブ電極の数だけ使用する。本実施例においては、図11に示すカンチレバー型プローブを使用する。

【0048】図14は本実施例に用いた複数のプローブ電極1を上方から見た図面であり、プローブ電極1をX方向に10本、Y方向に20本合計200本配置した構成になっている。各々のプローブ電極1には電極チップ42からトンネル電流を検出又は記録信号を記録層93に対して電圧を印加するための配線がなされており、各々がトンネル電流検出器83、バイアス回路82につながれている。70は複数のプローブ電極基板である。本実施例において3本のプローブ電極((10, A)、(1, J)、(20, J))をZ方向位置調整用に用いた。

【0049】図14に示す複数のプローブ電極を図15に示す装置に装着した。装着は複数のプローブ電極基板70を接着剤を用いてプローブ電極アタッチメント62に固定することにより行い、プローブ電極1とトンネル電流検出器83とバイアス回路82への接続はコネクタで行った。チルト機構63はプローブ電極アタッチメント62を固定する板ばね71、複数のプローブ電極1の傾きを補正する積層型圧電素子72～74、積層型圧電素子の荷重を一点に集中させる鋼球75により構成され

る。積層型圧電素子72～74はZ軸方向に伸縮するよう配置され、伸縮方向の一方は接着剤で板ばね71に固定されており、他方は鋼球75に接している。また、積層型圧電素子72～74は3個用いられており、それぞれ3本のZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)、(1, J)、(20, J)の真上に設置されている。

【0050】本実施例に用いた装置は複数のプローブ電極1をXY方向に対し固定し、記録媒体2をXY方向に微動する構成になっている。

【0051】次に面合わせ方法の詳細を述べる。

【0052】まず複数のプローブ電極1と記録媒体2表面(X'−Y'面)の面合わせを行う。

【0053】複数のプローブ電極1をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が一番最初に記録媒体2に接近するようにプローブ電極アタッチメント62に傾けて固定する。Z方向位置調整用プローブ電極(10, A)、(1, J)、(20, J)に電圧1mVを印加し、カンチレバーを記録媒体2側に1nm変位させ、プローブ電極1と記録媒体2間にバイアス電圧0.5Vを印加する。

【0054】まずX方向の平面補正を行う。

【0055】図16(b)の如くZ方向粗動機構によつてZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)を10<sup>-8</sup>A程度のトンネル電流を検知する位置まで移動させる。次に図16(b)の如く、積層型圧電素子72を伸ばし、Z方向位置調整用プローブ電極(1, J)をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が検知したトンネル電流と同じになるまで移動させる。積層型圧電素子72に印加する電圧を100mV(変位量に換算すると約10nm)増加させることにより、Z方向位置調整用プローブ電極(1, J)をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が検知したトンネル電流と同じにすることことができた。

【0056】次に図16(c)の如くY方向の平面補正を行う。

【0057】図16(d)の如く積層型圧電素子74を伸ばし、Z方向位置調整用プローブ電極(20, J)をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が検知したトンネル電流と同じになるまで移動させる。積層型圧電素子74に印加する電圧を50mV(変位量に換算すると約5nm)増加させることにより、Z方向位置調整用プローブ電極(20, J)をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が検知したトンネル電流と同じにすることことができた。

【0058】次にZ方向位置調整用プローブ電極(1, J)、(20, J)に印加されている電圧を0Vにし、カンチレバーの変位を元に戻す。

【0059】次に記録媒体2表面(X'−Y'面)と走査面(X−Y面)の面合わせを行う(図17)。

【0060】まず、記録媒体2上の任意の点Aに複数のプローブ電極1のZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)をトンネル領域まで接近させる。そしてZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)の垂直距離を制御しながら記録領域Sの一隅の点Bに移動させる。次に、記録領域Sの外周に沿って同様にトンネル領域を一定に保ったまま、プローブ電極1を点BからC, D, Eの順に移動させる。

【0061】図18はプローブ電極1を記録領域Sの外周に沿って動かしているときのプローブ電極1の垂直方向の制御量を示し、図17の点Aを基準としたプローブ電極1の垂直方向制御量を縦軸に示している。点Aから点Dまではプローブ電極1を記録媒体2に近づける方向に動かす制御が行われており、点Dから点Bまでは離れる方向に制御が行われている。つまり上述の場合ではプローブ電極1の走査面(X-Y面)に対する記録媒体2(X'-Y'面)の傾きは点Aが最も走査面に近く、続いて点B、点CとE、そして点Dが最も離れていることが分かる。

【0062】この結果よりチルト機構63, 66を用い、複数のプローブ電極1と記録媒体2表面の平行を保つつ、記録媒体2表面(X'-Y'面)及び複数のプローブ電極1の傾きを変え、走査面(X-Y面)に対し面合わせを行う。以上の操作により、複数のプローブ電極面(X"-Y"面)、記録媒体表面(X'-Y'面)及び走査面(X-Y面)とは各々互いに平行な関係になっている。

【0063】この状態でXY微動機構を駆動し、記録媒体に対し±10Vの三角波を任意のトンネルチップ/基板電極間に印加することにより記録実験を行った。十分にチップの接触がなく情報の記録再生を行うことができた。

【0064】今回の実施例では複数のプローブ電極1と記録媒体2との面合わせを行う時Z方向位置調整用プローブ電極として3本のプローブ電極を用いたが、これは4隅に1本づつでも良く、面合わせの順番もY方向を合わせてからX方向を合わせても良い。

【0065】また記録媒体2表面(X'-Y'面)と走査面(X-Y面)の面合わせを行うとき、複数のプローブ電極1のZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)をセンサーとして用いたが、任意のプローブ電極でも良く、Z方向位置調整用プローブ電極(1, J)をセンサーとして用いても同様の結果が得られた。

#### 【0066】実施例7

実施例6は複数のプローブ電極1と記録媒体2(X'-Y'面)の面合わせを行ってから走査面(X-Y面)と記録媒体2(X'-Y'面)の面合わせを行ったが、本実施例ではまず走査面(X-Y面)と記録媒体2(X'-Y'面)の面合わせをおこない、次に複数のプローブ電極1と記録媒体2(X'-Y'面)の面合わせを行つ

た。他は実施例6と同様である。

【0067】以下、面合わせの詳細を述べる。

【0068】まず走査面(X-Y面)と記録媒体2(X'-Y'面)の面合わせを行う。

【0069】複数のプローブ電極1をZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)が一番最初に記録媒体2に接近するようにプローブ電極アタッチメント62に傾けて固定する。Z方向位置調整用プローブ電極(10, A)に電圧1mVを印加し、カンチレバーを記録媒体2側に

10 1nm変位させ、プローブ電極1と記録媒体2間にバイアス電圧0.5Vを印加する。

【0070】記録媒体2上の任意の点AにZ方向位置調整用プローブ電極(10, A)と記録媒体2とをトンネル領域まで接近させる。そしてプローブ電極1の垂直距離を制御しながら記録領域Sの一隅の点Bに移動させる。次に、記録領域Sの外周に沿って同様にトンネル領域を一定に保ったまま、プローブ電極を点BからC, D, Eの順に移動させる。走査面と記録媒体2の傾きを検出し補正する機構は実施例6と同様である。

20 【0071】次に複数のプローブ電極1と記録媒体2の面合わせを行う。

【0072】Z方向位置調整用プローブ電極(1, J)、(20, J)にも電圧1mVを印加し、カンチレバーを記録媒体側に1nm変位させ、プローブ電極1と記録媒体2間にバイアス電圧0.5Vを印加する。

【0073】面合わせの方法は実施例6と同様である。以上の操作により複数のプローブ電極面(X"-Y"面)、記録媒体表面(X'-Y'面)及び走査面(X-Y面)とは互いに平行な関係になっている。

30 【0074】この状態でXY微動機構を駆動し、記録媒体に対し±10Vの三角波を任意のトンネルチップ/基板電極間に印加することにより記録実験を行った。十分にチップの接触がなく情報の記録再生を行うことができた。

#### 【0075】実施例8

図19は本実施例に用いた複数のプローブ電極1であり、X方向に10本一列に並んでいる。この複数のプローブ電極1を図15に示す装置に装着した。装置の構成は実施例6および7に用いたものと同様であるが、複数のプローブ電極1の傾きを補正する積層型圧電素子の数が2個になっている。そして各々が2本のZ方向位置調整用プローブ電極(A)、(J)の真上に設置されている。

40 【0076】本実施例に用いた装置は複数のプローブ電極1をXY方向に対し固定し、記録媒体2をXY方向に微動する構成になっている。

【0077】次に面合わせ方法の詳細を述べる。

【0078】まず複数のプローブ電極1と記録媒体2表面(X'-Y'面)の面合わせを行う。

50 【0079】複数のプローブ電極1をZ方向位置調整用

プローブ電極 (A) が一番最初に記録媒体 2 に接近するようプローブ電極アタッチメント 6 2 に傾けて固定する。Z 方向位置調整用プローブ電極 (A)、(J) に電圧 1 mV を印加し、カンチレバーを記録媒体 2 側に 1 nm 变位させ、プローブ電極 1 と記録媒体 2 間にバイアス電圧 0.5 V を印加する。

【0080】図 20 (a) の如く Z 方向粗動機構によって Z 方向位置調整用プローブ電極 (A) を 10<sup>-6</sup> A 程度のトンネル電流を検知する位置まで移動させる。

【0081】次に図 20 (b) の如く積層型圧電素子 7 2 を伸ばし、Z 方向位置調整用プローブ電極 (J) を Z 方向位置調整用プローブ電極 (A) が検知したトンネル電流と同じになるまで移動させる。積層型圧電素子 7 2 に印加する電圧を 100 mV (変位量に換算すると約 10 nm) 増加させることにより、Z 方向位置調整用プローブ電極 (J) を Z 方向位置調整用プローブ電極 (A) が検知したトンネル電流と同じにすることことができた。

【0082】次に Z 方向位置調整用プローブ電極 (J) に印加されている電圧を 0 V にし、カンチレバーの変位を元に戻す。

【0083】次に実施例 6 と同様の方法で記録媒体 2 表面 (X' - Y' 面) と走査面 (X - Y 面) の面合わせを行う (図 9)。面合わせ方法は実施例 6 と同様である。

【0084】面合わせが終了した状態で X Y 微動機構を駆動し、記録媒体 2 に対し ± 10 V の三角波を任意の電極チップ/基板電極間に印加することにより記録実験を行った。十分にチップの接触がなく情報の記録再生を行うことができた。

【0085】今回、記録媒体 2 表面と走査面の面合わせに Z 方向位置調整用プローブ電極 (A) をセンサーとして用いたが、任意のプローブ電極でもよく Z 方向位置調整用プローブ電極 (J) をセンサーとして用いても同様の結果が得られた。

【0086】また図 19 に示された複数のプローブ電極基板 7 0 は図 21 に示されるようにカンチレバーの長手方向を Y 方向にして並べたものでも良く、図 22 のように電極チップのみを一直線に並べたものでも良い。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の情報処理装置及び情報処理方法によれば、

(1) 走査型プローブ顕微鏡技術を用い、情報処理用のヘッドとして複数の探針を持つ情報処理装置及び情報処理方法において、位置精度の高い記録・再生及び消去等の情報処理が可能であり情報処理の再現性が高い；

(2) 一旦記録媒体の面内方向と探針の走査方向を平行にした後に、情報処理を行うので、探針の Z 軸方向 (記録媒体表面に対して法線方向) の位置制御に関するフィードバック制御を簡略なものにできることに加えて、係るフィードバック制御に要する演算時間を短縮できるので、情報処理の速度を速めることができる；これが可能

となつた。

【0088】また、本発明のチルト機構を用いた面合わせ方法では複数のプローブ電極及び記録媒体 (X' - Y' 面) の走査面 (X - Y 面) に対する面合わせを行うため、複数のプローブ電極と記録媒体との接触を避けることができ、書き込み、読み出しエラーを改善することができ、高速スキャンが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の情報処理装置の構成を示すブロック図

10 【図 2】プローブユニットに関して別の実施形態を示す図

【図 3】HOPG を STM を用いて観察した時に予想されるプローブ電極の高さ変化を示す理想的な信号波形

【図 4】実際に得られたプローブ電極高さ変化の信号波形

【図 5】プローブ電極を HOPG 上、往復走査させた時の該プローブ電極走査制御用電圧信号、及びプローブ電極 Z 軸方向変位信号の時間変化を示す図

20 【図 6】マルチプローブ電極及び記録媒体の位置に関する調整過程を順を追って説明する模式図

【図 7】X - Y 軸傾斜ステージの一例を示す図

【図 8】STM を用いた情報処理装置を用いて Au の表面を観察した時に得られる、Z 方向微動機構に加えられた電圧信号波形を示す図

【図 9】PI-LB 膜を ON 状態にする為に印加されるパルス電圧の波形を示す図

【図 10】ON 状態にある PI-LB 膜を OFF 状態にする為に印加されるパルス電圧の波形を示す図

30 【図 11】本発明に用いられるマルチカンチレバー探針の構成を示す図

【図 12】マルチカンチレバー探針で用いられる、カンチレバーユニットの作製過程を順を追って説明する図

【図 13】複数のプローブの面合わせ方法を使用できる情報処理装置の概略ブロック図

【図 14】本発明の面合わせ方法に用いる複数のプローブ電極を上方から見た図

【図 15】チルト機構の断面図

【図 16】面合わせ方法を説明する図

40 【図 17】記録領域におけるプローブ電極の走査経路を示す図

【図 18】プローブ電極の垂直方向制御量を示すグラフ

【図 19】本発明の面合わせ方法に用いる複数のプローブ電極を上方から見た図

【図 20】面合わせ方法を説明する図

【図 21】本発明の面合わせ方法に用いる複数のプローブ電極を上方から見た図

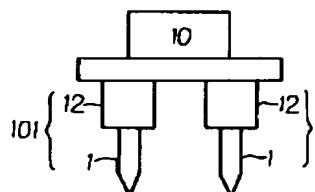
【図 22】本発明の面合わせ方法に用いる複数のプローブ電極を上方から見た図

【符号の説明】

2 記録媒体  
 3 X-Yステージ  
 4 X-Y軸傾斜機構  
 5 X-Y粗動機構  
 6 X-Y粗動駆動回路  
 7 X-Y軸傾斜駆動回路  
 8 マイクロコンピュータ  
 9 ディスプレイ  
 10 X-Y方向微動機構  
 11 X-Y方向走査駆動回路  
 12 Z方向微動機構  
 13 サーボ回路  
 14 バイアス電圧印加部  
 15 トンネル電流増幅部  
 16 プローブ電極高さ検出部  
 17 分波器  
 18 パルス電源  
 101~10n プローブユニット  
 21 ステージ  
 22 基準面  
 23 支持点(圧電素子, X方向)  
 24 支持点(圧電素子)  
 25 支持点  
 301~303 カンチレバーユニット  
 40 シリコン基板  
 41 カンチレバー  
 42 電極チップ  
 43 孔  
 51 窒化シリコン膜  
 52 開口部

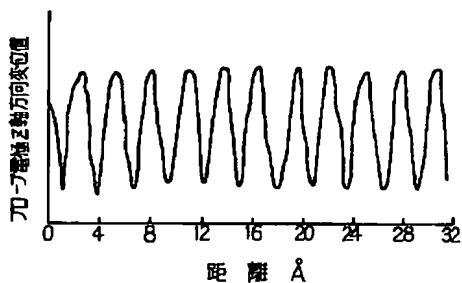
\* 53 下地電極  
 54 圧電体層  
 55 中間電極  
 56 圧電体層  
 57 上部電極  
 58 保護層  
 62 プローブ電極アタッチメント  
 63, 66 チルト機構  
 64 Z方向微動・粗動機構  
 10 67 X-Y方向微動・粗動機構  
 68 インターフェース  
 70 複数のプローブ電極基板  
 71 板ばね  
 72, 73, 74 積層型圧電素子  
 75 鋼球  
 80 制御回路  
 81 書込み読み出し回路  
 82 バイアス回路  
 83 トンネル電流検出器(記録・再生用)  
 20 84 位置決め回路  
 85 サーボ回路  
 86 Z方向駆動回路  
 87 X-Y方向駆動回路  
 88 位置検出回路  
 89 チルト機構駆動回路  
 90 トンネル電流検出器(基板/複数のプローブ間面  
 合わせ用)  
 91 基板  
 92 下地電極  
 \* 30 93 記録層

【図2】

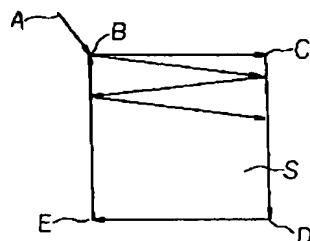
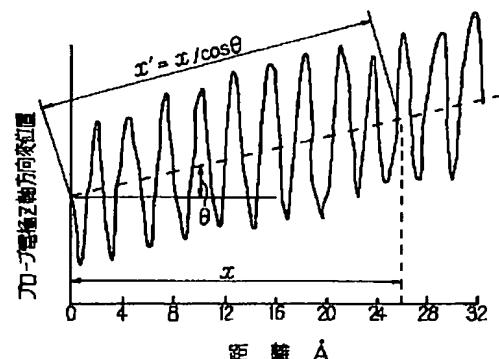


【図17】

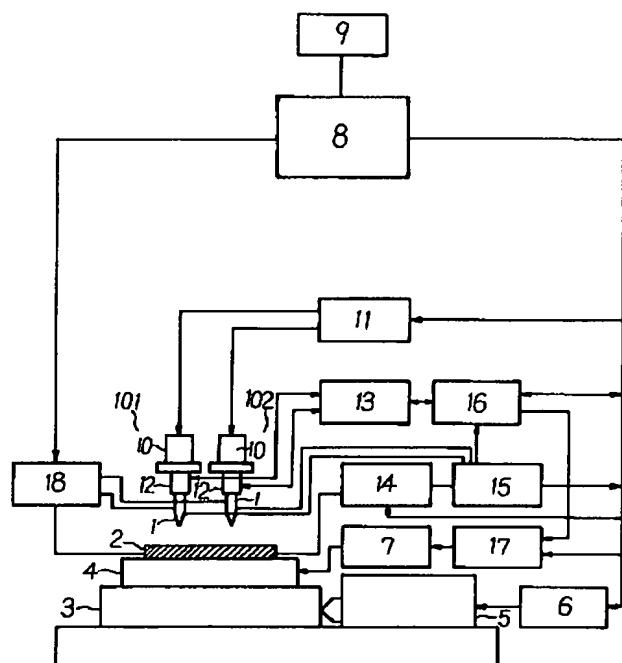
【図3】



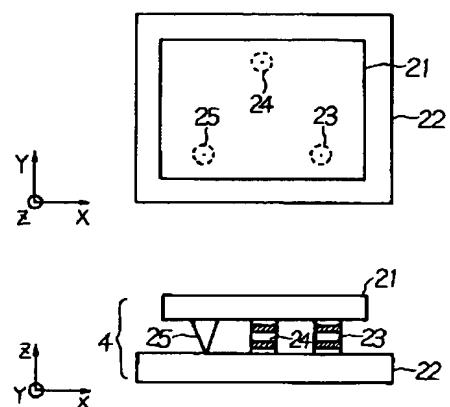
【図4】



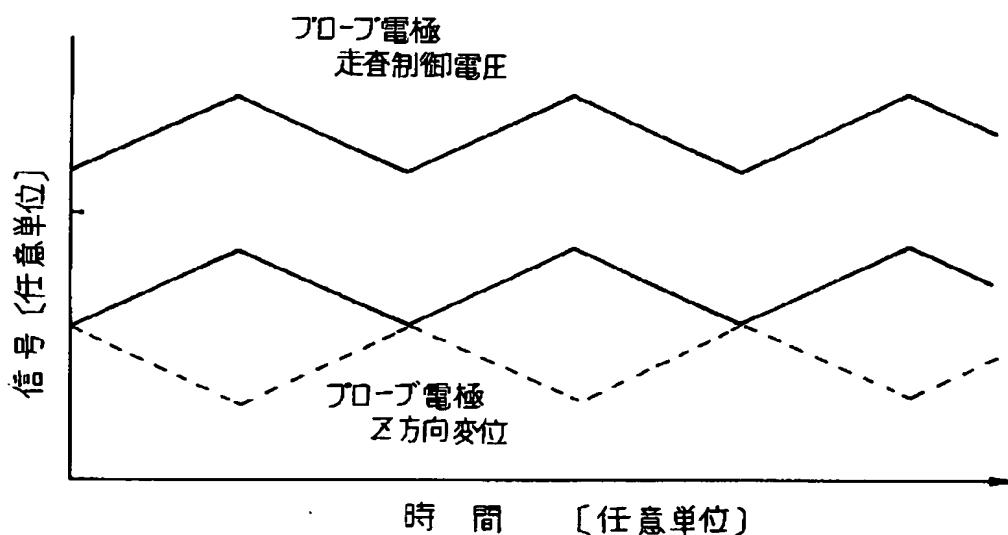
【図1】



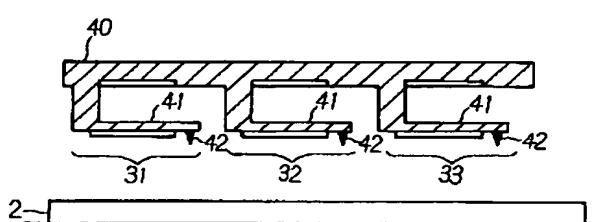
【図7】



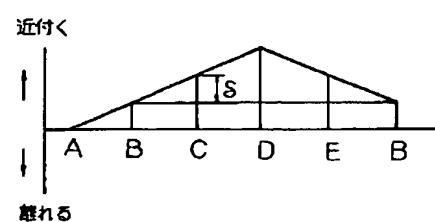
【図5】



【図11】

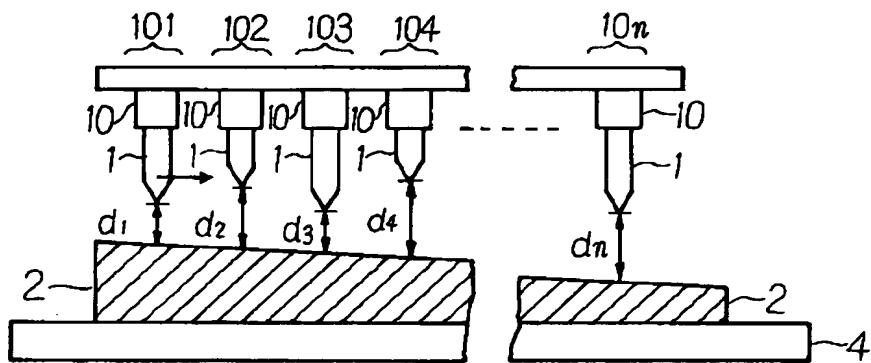


【図18】

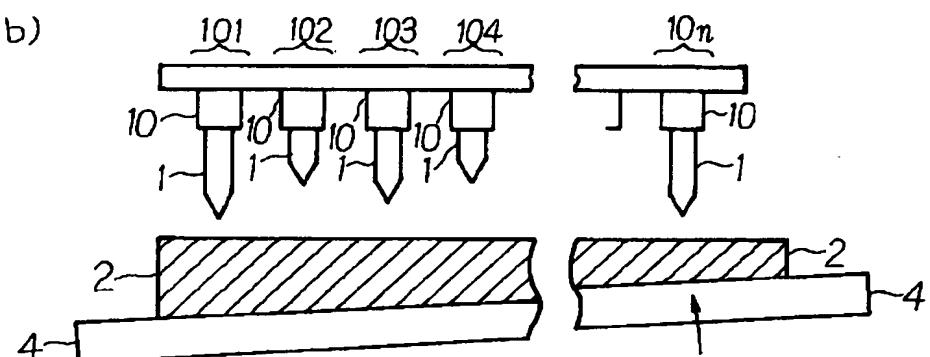


【図6】

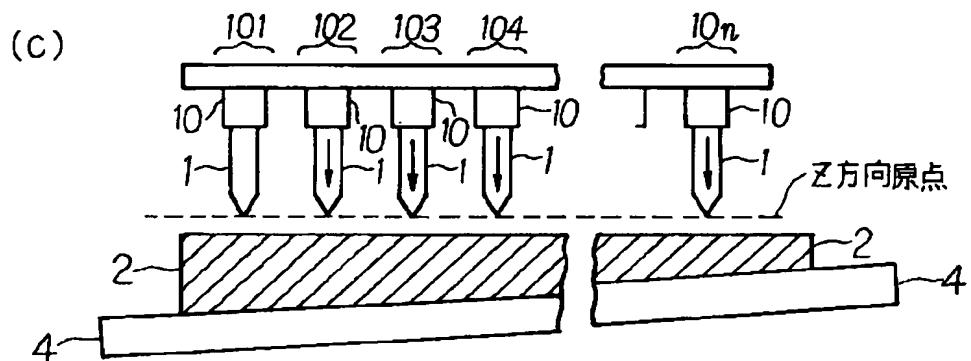
(a)



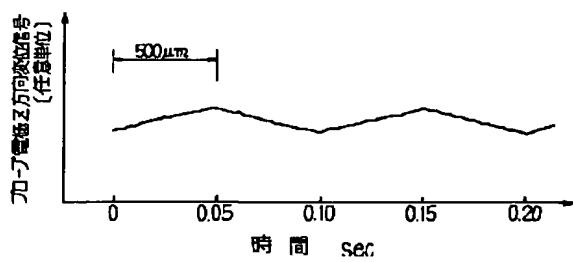
(b)



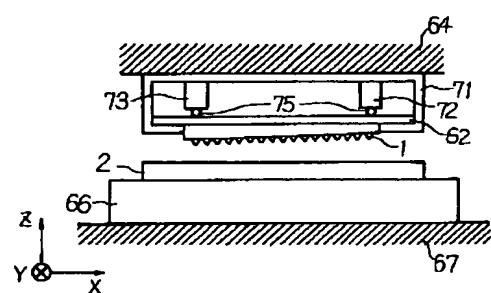
(c)



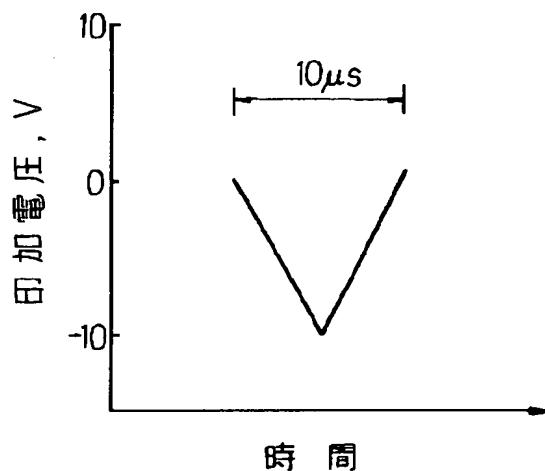
【図8】



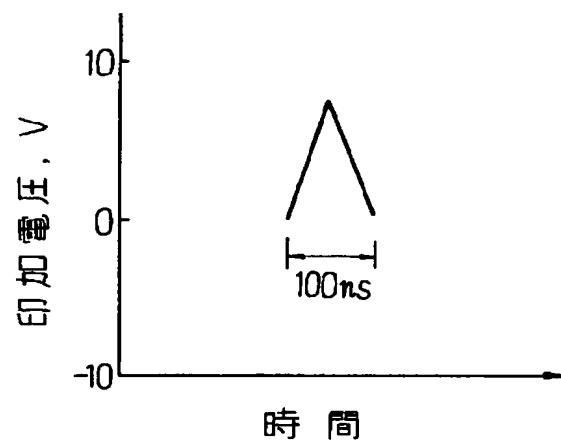
【図15】



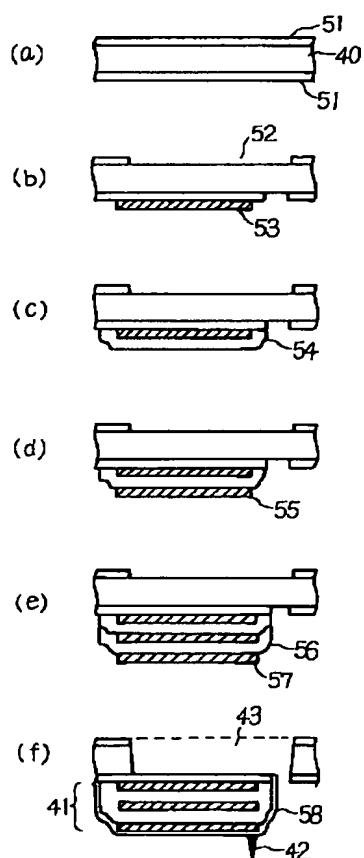
【図9】



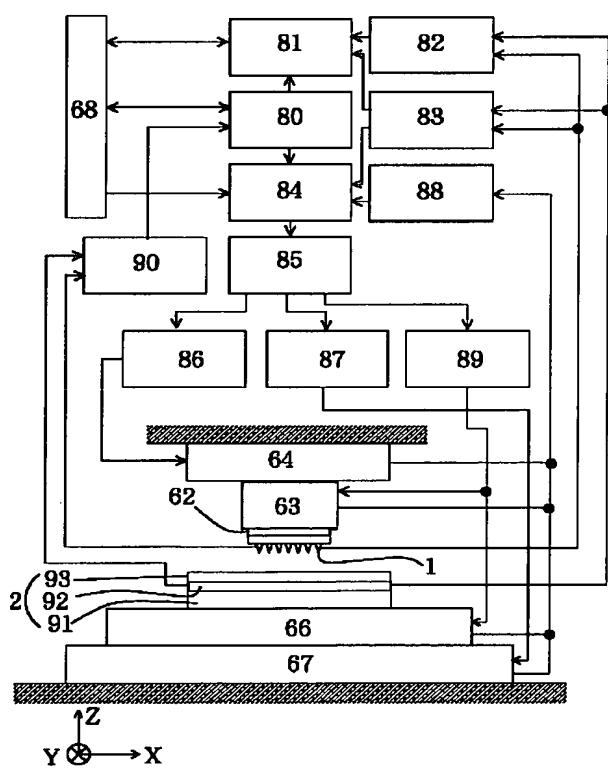
【图10】



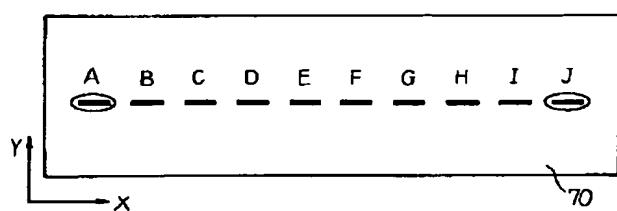
【図12】



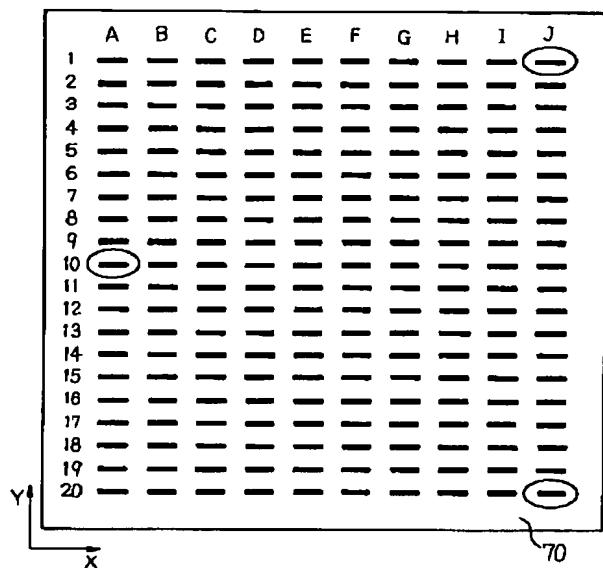
【図13】



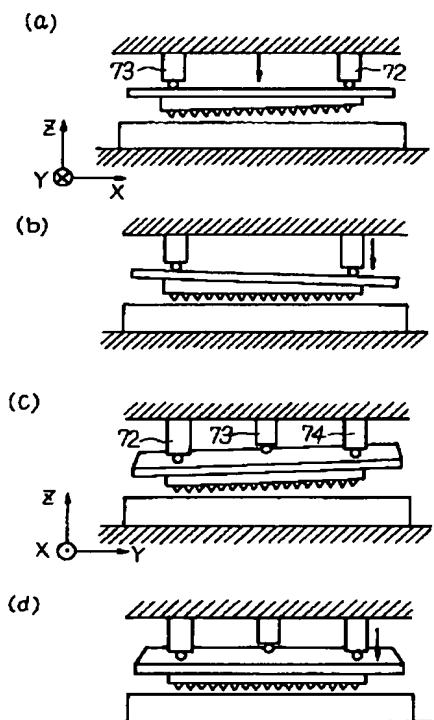
【図19】



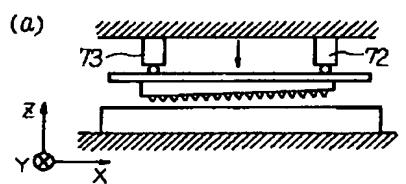
【図14】



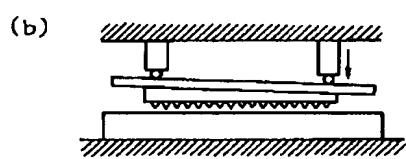
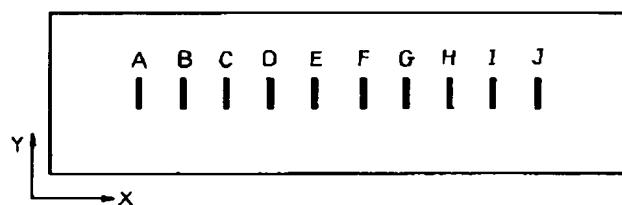
【図16】



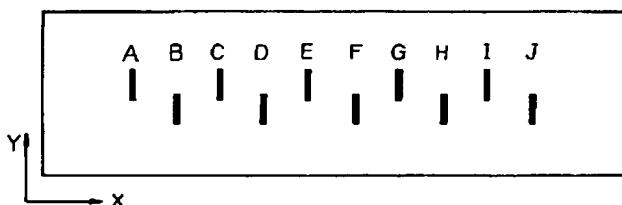
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 俊彦  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 江口 健  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 多川 昌宏  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 宮崎 俊彦  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内



P.B.5818 - Patentlaan 2  
2280 HV Rijswijk (ZH)  
+31 70 340 2040  
TX 31651 epo nl  
FAX +31 70 340 3016

Europäisches  
Patentamt

Zweigstelle  
in Den Haag  
Recherchen-  
abteilung

European  
Patent Office

Branch at  
The Hague  
Search  
division

Office européen  
des brevets

Département à  
La Haye  
Division de la  
recherche

Sturt, Clifford Mark  
Miller Sturt Kenyon  
9 John Street  
London WC1N 2ES  
GRANDE BRETAGNE



Datum/Date

12.09.02

Zeichen/Ref./Réf. EPP13699A	Anmeldung Nr./Application No./Demande n°./Patent Nr./Patent No./Brevet n°. 99936991.1
--------------------------------	--

Anmelder/Applicant/Demandeur/Patentinhaber/Proprietor/Titulaire  
Seiko Instruments Inc.

## COMMUNICATION

The European Patent Office herewith transmits

- the European search report
- the declaration under Rule 45 EPC
- the partial European search report under Rule 45 EPC
- the supplementary European search report concerning the international application under Article 157(2) EPC relating to the above-mentioned European patent application. Copies of the documents cited in the search report are enclosed.

The following specifications given by the applicant have been approved by the Search Division :

- Abstract
- Title
- Figure
- The abstract was modified by the Search Division and the definitive text is attached to this communication.
- The following figure will be published with the abstract, since the Search Division considers that it better characterises the invention than the one indicated by the applicant.

Figure:

- Additional copy(copies) of the documents cited in the European search report.

## REFUND OF THE SEARCH FEE

If applicable under Article 10 Rules relating to fees, a separate communication from the Receiving Section on the refund of the search fee will be sent later.





European Patent  
Office

SUPPLEMENTARY  
EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number  
EP 99 93 6991

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 088 (P-1174), 4 March 1991 (1991-03-04) & JP 02 304737 A (NEC CORP), 18 December 1990 (1990-12-18) * abstract *	1,4,7-12	G11B7/007 G11B7/09
X		5,6,14, 15	
Y	* figure *	13,16	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 April 1997 (1997-04-30) & JP 08 321084 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 3 December 1996 (1996-12-03) * abstract *	1	
Y	* figure *	16	
Y	US 5 646 932 A (KURIBAYASHI HIROKI ET AL) 8 July 1997 (1997-07-08) * column 6, line 56 - column 7, line 44; figure 5 *	13	
A	US 5 497 359 A (MAMIN HARRY J ET AL) 5 March 1996 (1996-03-05) * column 3, line 57 - column 4, line 19; figures 3,4 * * column 6, line 50 - column 7, line 30; figures 5,6 *	13	
P,A	EP 0 915 458 A (FUJI XEROX CO LTD) 12 May 1999 (1999-05-12) * paragraph [0042]; figure 1 * * paragraph [0059] *	7	
E	EP 1 115 113 A (SEIKO INSTR INC) 11 July 2001 (2001-07-11) * the whole document *	7	
		1,7,12	
		-/-	
<p>The supplementary search report has been based on the last set of claims valid and available at the start of the search.</p>			
2	Place of search	Date of completion of the search	Examiner
	MUNICH	30 August 2002	Poth, H
<p>EPO FORM 1503/03-82 (P04/CA4)</p> <p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document</p> <p>T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons &amp; : member of the same patent family, corresponding document</p>			



# European Patent Office

## **SUPPLEMENTARY EUROPEAN SEARCH REPORT**

**Application Number**

EP 99 93 6991

## **DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7)
E	EP 1 022 733 A (SEIKO INSTR INC) 26 July 2000 (2000-07-26) * the whole document *	1,7,12	
E	EP 1 049 080 A (SEIKO INSTR INC) 2 November 2000 (2000-11-02) * the whole document *	1,7,12	
<p>The supplementary search report has been based on the last set of claims valid and available at the start of the search.</p>			
Place of search	Date of completion of the search	Examiner	
MUNICH	30 August 2002	Poth, H	
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone	T : theory or principle underlying the invention		
Y : particularly relevant if combined with another document of the same category	E : earlier patent document, but published on, or after the filing date		
A : technological background	D : document cited in the application		
O : non-written disclosure	L : document cited for other reasons		
P : intermediate document	& : member of the same patent family, corresponding document		

ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT  
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.

EP 99 93 6991

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

30-08-2002

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 02304737	A	18-12-1990	NONE			
JP 08321084	A	03-12-1996	NONE			
US 5646932	A	08-07-1997	JP 6036314 A US 5434836 A		10-02-1994 18-07-1995	
US 5497359	A	05-03-1996	NONE			
EP 0915458	A	12-05-1999	EP 0915458 A2 JP 11238238 A US 6275453 B1		12-05-1999 31-08-1999 14-08-2001	
EP 1115113	A	11-07-2001	JP 2000155982 A EP 1115113 A1 WO 0017868 A1		06-06-2000 11-07-2001 30-03-2000	
EP 1022733	A	26-07-2000	JP 2000030306 A EP 1022733 A1 WO 0002200 A1		28-01-2000 26-07-2000 13-01-2000	
EP 1049080	A	02-11-2000	JP 2000123402 A EP 1049080 A1 WO 0023989 A1		28-04-2000 02-11-2000 27-04-2000	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**BEST Available**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.